nature

الطبعة العربية
الدورية العالمية للعلوم



كيف تُحدِّد مراحلُ الحياة المبكرة ملامحَ الميكروبيوم المعوي، ومخاطر الأمراض لدى الأطفال
صفحة 55

غطاء الحماية

علم الوراثة

قوة الجماهير

جَمْع مخاطر الكثير من الطفرات قد يساعد على التنبؤ بالأمراض
صفحة 29

فيزياء الكَم

خارج الأرض

تكوين تكاثُف بوز-آينشتاين في الفضاء
صفحة 52

ذكاء اصطناعي

لا مَفَر من الحوادث

المأزق الأخلاقي المتمثل في السيارات ذاتية القيادة
صفحة 54

ARABICEDITION.NATURE.COM
ديسمبر 2018 / السنة السادسة / العدد 57
ISSN 977-2314-55003

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الرقم: 340517

nature

ديسمبر 2018 / الســنــة السادسة / العـدد 57

فريق التحرير

رئيـس التحـريـر: ماجدالينا سكيبر
المحرر التنفيذي: محمد يحيى
رئيس التحرير: علياء حامد
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محــرر أول: فايقة جرجس
محــرر علمي: سُفانة الباهي، رامي الجزّار، كيرلس عاطف شحاتة
محرر الصور: أماني شوقي
محرر وسائل الإعلام الاجتماعي: مصطفى علي أبو مسلم
مساعد التحرير: هالة هلال
مصمـم جرافيـك: ماريان كرم
مستشار التحريــر: محمد بن صالح العذل
مستشار علمي: سلطان بن عبد العزيز المبارك
مستشار الترجمة: عبد الله بن سلطان الخالد
اشترك في هذا العدد: أحمد بركات، ريهام الخولي، سعيد يس، سليمان العمرو، علا صيام، فواز عبدالرحمن عبد الراضي، لمياء نايل، لينا الشهابي مراد، ماجدة منصور حسب النبي، محمد الوكيل، مدحت مريد صادق، منى أبو النصر، مها زاهر، نسيبة داود، نيرة محمد صبري، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نِك كامبيل
مدير أول النشر: داليا العصامي

الرعاة الرسميون

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية



التسويق والاشتراكات

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(j.giuliani@nature.com)
التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

NAE Riyadh office
Leaders Tower 1,
7853 takhassusi,
Al Olaya, Riyadh
12333 3214,
Saudi Arabia.

رسالة رئيس التحرير

إطلالة على آفاق العلوم

في عدد ربع سنوي جديد من دورية *Nature* الطبعة العربية، نعرض لكم مختارات من أهم ما نُشر في دورية *Nature* الدولية في أعدادها المنشورة في الفترة من أكتوبر إلى ديسمبر 2018، حيث يضم هذا العدد بين جنباته إضاءات على آفاق تقدُّم العلوم. وفيما يلي نبذة عن أبرز ما ورد فيه:

في قسم "أخبار في دائرة الضوء"، وتحت عنوان "العلم يستفيد من إنفاق سخي للصين في أفريقيا"، نتعرف على تفاصيل الاهتمام الصيني بالاستثمار في الجيل القادم من العلماء في قارة أفريقيا، وقلق البعض من التحول إلى الاعتماد على القوى الخارجية في هذا المجال. وفي القسم نفسه نستعرض أهم ما جاء في تقرير اللجنة الحكومية الدولية للتغيرات المناخية (IPCC) - الصادر في أكتوبر الماضي - بشأن الجهود المطلوبة من أجل وضع حد للاحترار العالمي، لا يتجاوز 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل عصر الصناعة، وسبل تجنب أسوأ التأثيرات، وذلك تحت عنوان "العد التنازلي للعمل المناخي".

وتحت عنوان "مِسبارا عطارد يبدآن رحلة السبعة أعوام"، نتابع انطلاق مركبة الفضاء «بيبي كولومبو» في المهمة الأكثر صعوبةً على الإطلاق إلى كوكب عطارد، شقيق الأرض في المجموعة الشمسية، الذي كان مهمَلًا في الماضي. وتحت عنوان "علماء دراسة كوكب المريخ يستعجلون إطلاق «مهمة كبرى»"، نتعرف على أهم النقاط التي يتطلع علماء الفضاء لأنْ تزورها المركبة الجوالة القادمة للمريخ، التابعة لوكالة ناسا، لتأتي منها بأكبر عدد ممكن من العينات؛ لكشف المزيد عن الكوكب الأحمر.

وفي قسم "التحقيقات"، وتحت عنوان "سعادة مختلطة بالحزن"، نستطلع محاولات علماء النفس والأعصاب والتكنولوجيا ابتكار أجهزة نقّالة؛ للتنبؤ بالتقلبات المزاجية، بل وحتى التحذير من خطر الانتحار. وفي تحقيق آخر، تحت عنوان "العلوم في الأراضي الفلسطينية تتحدى كل الصعوبات"، نلقي الضوء على العوائق المختلفة التي يواجهها الباحثون في الأراضي الفلسطينية المحتلة في سبيل بناء قاعدة علمية قوية.

وفي قسم "التعليقات".. تحت عنوان "الإنتاج المشترك.. من المقترَح إلى الورقة البحثية"، نعرض ثلاثة أمثلة تبين كيف يمكن توسيع نطاق المشارَكة مع جمهور المستفيدين في البحوث في كل مرحلة من العملية البحثية؛ من أجل إنتاج معرفة مفيدة.

وفي محاولة للتعرف أكثر على الكائنات الدقيقة التي تشاركنا المساحات التي نعيش فيها، نسافر في قسم "كتب وفنون"، وتحت عنوان "غابة في سريرك"، في رحلة لرصد الأحياء البرية التي تعج بها أجسامنا، وتشغل كل ركن من منازلنا، وذلك من خلال استعراض ويليام فوستر لكتاب "لسنا وحدنا في المنزل". وفي القسم نفسه، وتحت عنوان "كيف نما الخيال العلمي؟"، يغوص روب لاثام في كتاب «أستاوندنج»، الذي يستعرض حياة أربعة رجال ساعدوا – معًا، أو بشكل منفرد - على تشكيل النوع الحديث من روايات الخيال العلمي.

وفي قسم "صندوق الأدوات"، وتحت عنوان " تسريع وتيرة العلم عن طريق وحدات معالجة الرسوم"، نتعرف على استخدامات محتملة لوحدات معالجة الرسوم (GPU) في معالجة البيانات العلمية إلى جانب هدفها الأصلي المتمثل في تحسين ألعاب الفيديو.

ولأنّ الهدف الأسمى للبحوث العملية هو إفادة الجماهير، ولتوصيل صورة أوضح عما يدور في المختبرات والمؤتمرات العلمية، نتعرف في قسم "مهن علمية"، وتحت عنوان "ابتسم للكاميرا"، على نصائح مجموعة من الباحثين في كيفية التعامل مع المقابلات الإعلامية بمختلف أنواعها؛ للتأكد من توصيل المعلومة المرادة بوضوح وإيجاز في الوقت ذاته.

ويضم قسم "أنباء وآراء" عروضًا وتحليلات متعمقة لمجموعة بارزة من الأبحاث التي نُشرت منذ بداية العام، ومنها تحليل تحت عنوان "مادة مُركَّبة تتحمّل الحرارة"، يستعرض فيه كريج تورشي ما توصل إليه باحثون من مادة هي بمثابة مركّب من المعدن والسيراميك، يمكنها أن تساعد على تطوير الجيل القادم من محطات توليد الكهرباء، وقد تلعب دورًا أيضًا في علاج العالَم من إدمانه للوقود الأحفوري.

وتحت عنوان " أداة كريسبر تُخرِج الحمض النووي الريبيّ إلى العلن"، توضح تشيس إل. بايزل كيف استفاد باحثون من تقنية التحرير الجيني "كريسبر -كاس" في تسجيل التعبير الجينيّ، الذي يحدث طوال الوقت في البكتيريا.

هذا.. بالإضافة إلى مختاراتنا من أبرز البحوث التي نشرت في دورية *Nature* على مدار الأشهر الثلاثة، وملخصات أبحاث نُشرت في دوريات علمية أخرى، فضلًا عن أهم أخبار مجتمع العلوم في هذه الفترة.

رئيس التحرير
علياء حامد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

ديسمبر 2018 / السنة السادسة / العدد 57

هـذا الشهـر

افتتاحيات

أضواء على الأبحاث

ثلاثون يومًا

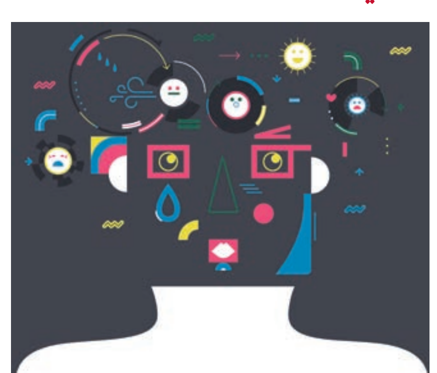
مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: nature.com/naturecareers

أخبـار في دائرة الضوء



تحقيقات



تكنولوجيا

سعادة مختلطة بالحزن

تتيح الأجهزة النقالة فرص ومخاطر فيما يتعلق بالتنبؤ بالتقلُّبات المزاجية

صفحة 26

تعليقات



أبحاث علمية

الإنتاج المشترك مِن المقترَح إلى الورقة البحثية

ثلاثة أمثلة تبين كيف يمكن توسيع نطاق المشاركة العامة في البحوث في كل مرحلة من العملية البحثية.

صفحة 37

كتب وفنون

مستقبليات

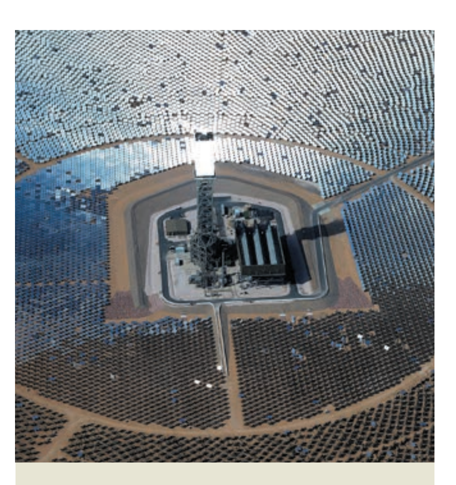


تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

ديسمبر 2018 / السنة السادسة / العدد 57

أبحـــاث



علم خواص المادة

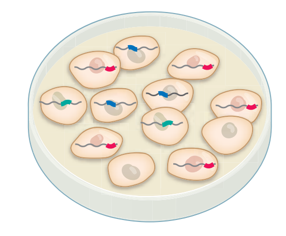
مادة مُركّبة تتحمّل الحرارة

مادة مركّبة من المعادن والسيراميك، لتصنيع مبادلات حرارية في محطات الطاقة الشمسية المركَّزة

كريج تورشي.

صفحة 45

أنباء وآراء





عن الغلاف

غطاء الحماية

يستند بحثٌ في هذا العدد من *Nature* الطبعة العربية، إلى أكثر مجموعة من البيانات شمولًا حتى الآن بخصوص ميكروبيومات الأطفال. ويسلط البحث ضوءًا جديدًا على تطور الميكروبيوم المعوي، حيث يُظهِر اختلاف الميكروبيومات بين الأطفال الذين يقتربون من الإصابة بالنوع 1 من داء السكري، وأولئك الأقل احتمالًا للإصابة به.

صفحة 55

ملخصات الأبحاث

هـذا الشهـــر

افتتاحيات

الطماطم هي الحل

ثمار طماطم فاخرة جديدة تُسلِّط الضوء على النهج القديم الذي اعتمدته أوروبا في مجال تحرير الجينات.

يُنتج العالَم حوالي 800 مليار ثمرة طماطم كل عام، لكنْ كم منها يتمتع بقيمة غذائية عالية؟ أنتجت لنا آلاف السنين من استيلاد النباتات فاكهةً تناسب – في الغالب - المزارعين والبائعين أكثر من المستهلكين؛ إذ يُزرع كروم الطماطم الآن بأسلوب منظم، وينتج الكثير من الطماطم التي تبقى في مكانها، حتى يتم حصادها، وتكون صلبة بما يكفي لشحنها لمسافات طويلة، لكنْ في العديد من الحالات، أكدت الدراسات أن المذاق والقيمة الغذائية قد ضاعا عند نقطة ما في أثناء مسار تطور الطماطم هذا.

يسعى علماء النبات إلى حل هذه القضية. ففي الأسبوع الأول من أكتوبر الماضي، وصفت ثلاث أوراق بحثية من مجموعات بحثية مختلفة حول العالم تفاصيل محاولات أَجْرَتْها لإنتاج نوع جديد من الطماطم الفاخرة: نوع لا يضحِّي بالطعم في سبيل الملاءمة للظروف. وللقيام بذلك، استخدم الباحثون تقنية تحرير الجينات «كريسبر-كاس9» CRISPR-Cas9، التي مكّنتهم من تعديل جينات محددة في الأنواع البرية قريبة الصلة بالطماطم. والنتيجة - وفقًا لعالِمٍ تذوَّق واحدة من الثمار - هي ثمرة طماطم "عطرية"، يمكنها إعادة تنشيط براعم التذوق.

وهذه الدراسات هي بمثابة حصاد عقود من أبحاث عِلْم الوراثة النباتية المضنية: خزانة مليئة بالجينات التي لها تأثيرات معروفة، يمكن ضبط كل منها؛ لتحويل أحد النباتات البرية الجامحة إلى نبات مستزرَع له قيمة عالية. ويذكِّر هذا العمل بقيمة البحوث الأساسية في نمو النباتات والتنمية. ويوضح كيف يمكن إدخال سمات أخرى مفيدة في المحاصيل الأخرى.

قامت إحدى المجموعات البحثية بتحرير أحد الأنواع البرية قريبة الصلة بالطماطم، يُسمَّى *Physalis pruinosa*، ويُزرع في أمريكا الوسطى والجنوبية (Z. H. Lemmon *et al*. *Nature Plants* **4**, 766–770; 2018). وتتسم حباته بأنها لذيذة وحلوة بعض الشيء، إلا أن نمط نموه المترامي، وميله إلى إسقاط ثماره على الأرض، يجعله غير ملائم للزراعة واسعة النطاق. أما النبات المُعدَّل، فكان أكثر إحكامًا، وأنتج ثمارًا أكبر حجمًا.

وعدلت مجموعتان أخريان في نبات آخر، قريب الصلة أيضًا، يسمَّى *Solanum pimpinellifolium*. وهذا النوع قادر على تحمُّل الإجهاد، كما أنه مقاوِم لمرض البقعة البكتيرية الذي يسبب خسائر فادحة تجاريًّا، لكنّ الباحثين سعوا إلى زيادة حجم وجاذبية ثماره، مع تسهيل التحكم في نمو النباتات (A. Zsögön *et al*. *Nature Biotechnol*. http://doi.org/cvf2; 2018; T. Li *et al*. *Nature Biotechnol*. http://doi.org/cvfz; 2018). وكانوا يهدفون إلى الجمع بين فوائد *S. pimpinellifolium* وسمات الطماطم الحديثة، التي تجذب المزارعين والمستهلكين. كما عمل الباحثون أيضًا على زيادة القيمة الغذائية لثمار الطماطم الجديدة الخاصة بهم، أولًا: عن طريق زيادة مستويات الليكوبين، وهو كاروتينويد يرتبط بفوائد صحية؛ وثانيًا: من خلال التركيز على وجود محتوى أكبر من فيتامين (سي).

يقول يورج كودلا من جامعة مونستر بألمانيا، وهو مؤلف رئيس بإحدى الأوراق البحثية الثلاث، إنّ الوصول إلى المنتَج نفسه من خلال الاستيلاد التقليدي كان سيحتاج إلى عقود، بيد أن فريقه استغرق ثلاث سنوات، ويُعَد ذلك مثالًا على خدمة العلم لاحتياجات المجتمع، ويسلط الضوء على الخطوات المعيبة التي تتخذها الاتحاد الأوروبي، التي من شأنها أن تهدد مثل هذا العمل في المستقبل. ففي شهر يوليو الماضي، قضت محكمة العدل الأوروبية بأن الأطعمة المنتَجة عن طريق تقنية التحرير الجيني «كريسبر-كاس9» يجب أن تصبح مُلزَمة باللوائح الشاقة نفسها الخاصة بالمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا. وستزيد الاختبارات والتجارب الإلزامية الناتجة عن ذلك من تكلفة تطوير منتَج تجاري بشكل كبير، الأمر الذي يجعل تمويل البحوث المتعلقة بهذه المنتجات أقل جدوى.

تُعتبر التكلفة العالية أحد الأسباب التي جعلت المحاصيل المعدلة وراثيًّا - حتى الآن - لا تحقق فائدة تُذكر للمستهلكين؛ فإنتاج مثل هذه النباتات كلف الكثير، وتركِّز الشركات على تطوير محاصيل سلعية، وسمات تجذب المزارعين. وقد تقدَّم كودلا بطلبات مِنَح؛ للحصول على ما يصل إلى مليوني يورو (2.3 مليون دولار أمريكي)، قيد المراجعة الآن، لتمويل الأبحاث المتعلقة بأعماله في مجال تحرير الجينات، لكنّ الممولين يتحملون مسؤولية إنفاق أموالهم بطرق قد تفيد دافعي الضرائب، كما يقول، وإذا لم يكن لهذه المحاصيل مستقبل تجاري في أوروبا، فقد يكون من الصعب تبرير الدفع مقابل تطويرها.

أثار قرار المحكمة الأوروبية - الذي طال انتظاره - حيرة العديد من الباحثين، لكون التقنية تتضمن تعديلات جينية تعطِّل الجين فقط، بدلًا من إعادة كتابته بتسلسل محدد. ومن الناحية العلمية، يرى المدافعون أن الأمر يشبه استخدام مادة كيميائية، أو إشعاع؛ لتوليد طفرات ما، ثم فحص النباتات؛ بحثًا عن سمة مرغوبة، وهو ما لا يصنَّف على أنه تعديل جيني، لكنْ باستخدام «كريسبر-كاس9»، يمكن للباحثين إحداث طفرات في جينات معينة، دون الحاجة إلى فحص آلاف النباتات؛ بحثًا عن كل سمة يريدون إدخالها.

وقد جاء الحكم كالصاعقة، خاصةً أنه في يناير الماضي، قال أحد المحامين العامّين في المحكمة الأوروبية إن مثل هذه المحاصيل لا تحتاج إلى مستوى التدقيق نفسه الذي تخضع له المحاصيل التقليدية المعدلة وراثيًّا. ويسلِّط ذلك الضوء على مدى اختلاف الباحثين مع المسؤولين حول التعديل الجيني في أوروبا. وهكذا، يجب على العلماء والداعمين مواصلة جهودهم للدفاع عن أحدث الأبحاث. وفي هذه الأثناء، ربما يساعد الحصول على ثمار من الطماطم، لها مذاق أفضل، في جلب المزيد من صانعي السياسات؛ لينضموا إلى جانب العلماء والداعمين للأمر. ■

فحص الجماهير يمهد الطريق أمام الطب الدقيق

يَعتمِد الطب الدقيق على الدراسات التي تتبع مسار أعداد ضخمة من الناس.

يهدف الطب الدقيق إلى تحسين علاجات الأفراد، ولكن وللوصول إلى هذا الهدف، يتعين الحصول على معلومات من الجماهير. ولا يمكننا اكتشاف تأثير علم الوراثة، ودمجه في العلاجات المستقبلية المصْنعة حسب الحاجة، إلا من خلال تتبع مسار الحالة الصحية لأعداد كبيرة من الناس. يشير العلماء في الوقت الراهن إلى

نجاح مشروع من هذا القبيل، ألا وهو "البنك الحيوي البريطاني" UK Biobank، الذي يحتفظ ببيانات جينية، وبدنية، وإكلينيكية من مجموعة كبيرة من الأفراد في المملكة المتحدة. كما أن هناك العديد من الدول التي أطلقت مشروعات البنك الحيوي، ومن بينها: إستونيا، واليابان، وكندا، وفنلندا. وبالرغم من أن آيسلندا كانت سبّاقة في المضمار، فقد تفوقت عليها المملكة المتحدة؛ فبحلول عام 2010 كان لدى البنك الحيوي البريطاني مجموعة استباقية من حوالي 500 ألف شخص، تراوحت أعمارهم بين 40، و69 وقت الانضمام إليها. ويتيح تتبع هذه الفئة العمرية التركيز على أمراض منتصف العمر، وما تليها.

"هذا هو مستقبل الطب؛ ألا وهو الحصول على المعرفة من الجمهور".

في العدد الصادر في الأسبوع الثاني من شهر أكتوبر من دورية *Nature*، قدّم باحثون التوصيفات الأولى للمجموعة الكاملة، ومنها البيانات الوراثية على نطاق الجينوم لجميع الأفراد (انظر C. Bycroft *et al*. *Nature* **562**, 203–209; 2018). وفي دراسة أخرى، أشار باحثون إلى التصوير الدماغي لحوالي 10 آلاف شخص، الذي يكشف التأثيرات الجينية على بنية الدماغ ووظيفته، ويُظهِر علاقاتها بالسمات التنكسية العصبية، والنفسية، والشخصية. (انظر L. T. Elliott *et al*. *Nature* **562**, 210–216; 2018). وبالرغم من أن هذه النتائج لا تُقدر بثمن، فإن فائدة مشروع البنك الحيوي البريطاني تفوق الأهمية الإكلينيكية المباشرة له؛ إذ إنه يقدم دروسًا للباحثين الذين يؤسسون مشروعات تعتمد على الفئات السكانية والطب الجينومي في أماكن أخرى.

يستفيد البنك الحيوي البريطاني بشكل كبير من البِنية التحتية والمركزية التي تتميز بها هيئة الخدمات الصحية الوطنية في المملكة المتحدة. وإضافة إلى استقطاب المشاركين من خلال مراكز الخدمات الصحية الوطنية، يتابع المشروع المشاركين عن طريق الاطلاع على السجلات الصحية وقواعد البيانات الرسمية الوطنية، بما في ذلك السجلات الخاصة بالوفيات ومرضى السرطان.

ويُعد البنك الحيوي البريطاني هو أول مشروع يُبرهِن على نجاح عملية جمع المعلومات الوراثية، والبدنية، والإكلينيكية ذات الصلة على نطاق الفئات السكانية، وتبَادُلها. ويجب على جميع المعنيين التوجه بالشكر إلى حوالي 500 ألف متطوع من جميع أنحاء المملكة المتحدة، الذين استجابوا للدعوة، ووافقوا على المشاركة بوقتهم، وعيِّناتهم، ومعلوماتهم الصحية. وانطلاقًا من هذا النجاح، أكد وزير الصحة البريطاني مات هانكوك، خلال الأسبوع الماضي، على التوسع الكبير في الطب الجينومي في هيئة الخدمات الصحية الوطنية، الذي سيزيد من حجم مشروع 100 ألف جينوم؛ ليصل إلى مليون تسلسل جينومي، من خلال هيئة الخدمات الصحية الوطنية، والبنك الحيوي البريطاني. وهو جزء من مشروع أكثر طموحًا لوضع تسلسلات ما يصل إلى 5 ملايين جينوم خلال السنوات الخمس المقبلة، تتضمن جينومات الأطفال المصابين بأمراض خطيرة، ومرضى الأنواع النادرة من السرطان.

وبالرغم من أهمية هذا النطاق الكبير، فإن التنوع لا يقل عنه أهمية؛ فالبنك الحيوي البريطاني يزخر بالأشخاص الذين يعيشون بالقرب من إحدى مراكز التقييم، ووافقوا على المشاركة. لهذا يُصبح استهداف مجموعة سكانية جديدة أكثر تنوعًا تحديًا إضافيًّا، ولكنه تحدٍّ جدير بالاهتمام. وتبذل دراسة مجموعة تُسمى "جميعنا" All of Us في الولايات المتحدة جهودًا إضافية لتحقيق هذا التنوع مع المجموعة المستهدفة.

وعادةً لا تتوفر بيانات دراسات المجموعات الأترابية السكانية للباحثين الآخرين، إلا بعد نشر النتائج الأولية. وحتى عند القيام بذلك، فلا يقدَّم مجموعات البيانات كاملة إلا عدد محدود من الدراسات. أما البنك الحيوي البريطاني - الذي يُموله في المقام الأول مجلس البحوث الطبية، وصندوق وِيلْكَم تراست، ويديرانه كمؤسسة خيرية – فقد اتخذ موقفًا مهمًّا؛ فبسخاء وكرم بالغين، أتاح منذ البداية مجموعات البيانات كاملة، فضلاً عن جميع نتائج الدراسات التي أجراها الباحثون باستخدام هذه البيانات.

وبالطبع، لا تخفى علينا قيمة مثل هذا النهج المنفتح. فمنذ أن أتاح البنك الحيوي البريطاني إمكانية الاطلاع العام على قاعدة بياناته في مارس 2012، كان هناك ما لا يقل عن 8294 تسجيلًا معتمدًا، ويجري حاليًّا تنفيذ 796 مشروعًا مسجلاً بصورة رسمية. وقد أُعلنت نتائج هذه الدراسات في أكثر من 500 مقالة منشورة في الدوريات التي تخضع لمراجعة الأقران، وفي أكثر من 100 نسخة ما قبل النشر على موقع bioRxiv المتخصص.

وقد أتاحت إمكانية الوصول إلى البيانات، تحديدًا، للباحثين البحث بسرعة عن الارتباطات الوراثية لمجموعة كبيرة ومتنوعة من السمات ذات الأهمية الإكلينيكية. يستعرض التحقيق الإخباري المنشور في هذا العدد من *Nature* الطبعة العربية ما تعلمناه من هذه الدراسات الأوسع نطاقًا حول المخاطر الوراثية للأمراض، ولا سيما تطوير نهج درجات المخاطر التي تنطوي على جينات متعددة، التي يمكن أن تساعد في توجيه التدابير الوقائية لبعض الأمراض الشائعة، مثل مرض الشريان التاجي. وبالرغم ما يُثار حولها من جدل، فقد تم تطوير هذه الاختبارات لأغراض تجارية بالفعل.

وقد جمع العديد من هذه الدراسات بيانات البنك الحيوي البريطاني مع مجموعات أخرى من البيانات؛ لتمكين إجراء دراسات على نطاق أوسع، حيث يضم بعضها أكثر من مليون شخص. فهذا هو مستقبل الطب؛ ألا وهو الحصول على المعرفة من الجمهور.■

التقدم المُحرَز على صعيد مقاومة المضادات الحيوية

الإكلينيكيون والشركات والباحثون يجتمعون لاقتراح حلول لكسر الجمود فيما يتعلق بالتوصل إلى طرق أفضل لوصف العلاجات بالمضادات الحيوية.

تتباين الروايات بشأن مدة الإجازة التي قضاها ألكسندر فليمنج في مكان بعيد عن مختبره في لندن، قبل أن يكتشف تأثير البنسلين. ربما كانت أسبوعين، أو أربعة أسابيع، لكن ما نعرفه يقينًا هو أنها كانت فترة طويلة بما يكفي لنمو عفن فطر البنسيليوم *Penicillium* الهائم الشهير، ومحوه لمستعمرات البكتيريا القابعة على أطباق بتري، التي كان فليمنج قد تخلص منها. هناك أشياء – ومن بينها نمو الحياة الميكروبية – لا يمكن تعجيلها بهذه البساطة.

واليوم، يتسبب هذا الأمر في مشكلة، حيث إن عملية تحديد العاملِ المُعدي، ووصف المضاد الحيوي الأفضل له في غضون يوم عمل معتاد يمتد لثماني ساعات، هي مهمة أقرب إلى أن تكون مستحيلة؛ فالأمر يستغرق - بوجه عام - عدة أيام، وأحيانًا قد يستغرق ما يزيد على هذا. وكلما طال الوقت المستنفد قبل البدء في العلاج، يزداد الوقت المتاح للعدوى لكي تتمكن من المريض.

من المفهوم، إذَن، لماذا يفضِّل الأطباء عدم الانتظار. وتتمثل إحدى الطرق المستخدَمة لتسريع الأمور في الاعتماد على أفضل الاحتمالات أثناء التشخيص، ومن ثم مواجهة هذا الاحتمال بمضاد حيوي واسع المجال (أي مضاد حيوي يعمل على عدة أنواع من البكتيريا). ويمكن لهذه المنهجية أن تنقذ حياة المرضى، ولكنها تجلب معها مشكلاتها الخاصة. وتتنبأ منظمة الصحة العالمية بأنه ما لم يتم بذل جهود عاجلة، فإن انتشار البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية سيؤدي إلى عودة ظهور حالات الوفاة الناجمة عن إصابات طفيفة، وحالات العدوى التي كانت تُعتبر في السابق حالات لا تمثل خطورة.

"ثمة حاجة إلى التواصل، والتنسيق، وتوحيد المعايير".

تُعتبر الفترة الفاصلة بين شعور شخصٍ ما بالمرض وتلقيه علاجًا فعالًا هي الوقت المناسب لتركيز هذه الجهود العاجلة، حيث إن اختصار زمن تلك الفترة من شأنه أن يحدّ من عمليات وصف الأدوية غير الضرورية، وأن يقلل من انتشار المقاومة، والأهم من ذلك.. أنه سيمنح المرضى فرصة مثالية للتعافي.

سيتطلب تسريع هذه العملية تحقيق تقدم كبير فيما يُطلِق عليه علماء الأحياء الدقيقة «اختبار الاستجابة لمضادات الميكروبات». ويمكن تقسيم هذا الاختبار في الحالة القياسية إلى مرحلتين. في المرحلة الأولى، تقوم المختبرات باستنبات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العامل المعدي، وتحديده، وفي الثانية تقوم بتوضيح المضادات الحيوية التي ربما تكون أكثر فعالية.

من الناحية النظرية، تتوافر التقنية اللازمة لتسريع كلتا المرحلتين، حيث إن التقدم المُحرَز في دراسات الجينوم يعني أن التحديد السريع لتسلسل الحمض النووي يمكنه تحديد نوع البكتيريا في غضون ساعات، ويمكنه أيضًا الكشف بسرعة ودقة عن مدى مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية، وعن قابلية الإصابة بمرض السل (The CRyPTIC Consortium and the 100,000 Genomes Project *N. Engl. Med.* **379**, 1403–1415; 2018).

ومع المزيد من التقدم المُحرَز، يمكن لهذه التقنية وغيرها من التقنيات الكشف عن النتائج خلال ساعة واحدة من سَحْب العينة من المريض. وهذا من شانه أن يغير قواعد اللعبة، ولكنه لم يحدث بعد.. لماذا؟

إذا تحدثتَ إلى المعنيين – ومن بينهم أطباء، وباحثون، ومختبرات فحص، وهيئات تنظيمية، وشركات تجارية – فكلٌّ منهم سوف يقدم لك أسبابه الخاصة. نُشرت إحدى نتائج هذه المناقشات في الأسبوع الثالث من شهر أكتوبر الماضي على هيئة بيان تم التوصل إليه بالإجماع، يهدف إلى إيجاد أرضية مشتركة بشأن تحديد العقبات، والخروج بتوصيات للتغلب عليها (A. van Belkum *et al. Nature Rev. Microbial.* https://doi.org/10.1038/s41579-018-0098-9; 2018).

وقَّع على البيان مختصون ممثلون لمنظمات مختلفة، بدءًا من الشركة الفرنسية المتخصصة في تقنيات التشخيص «بيوميريو» bioMériux، حتى مبادرة البرمجة المشتركة بشأن مقاومة مضادات الميكروبات التابعة للمفوضية الأوروبية، وهي مبادرة تنسق بين برامج البحوث الوطنية. ويمثل هذا البيان علامة فارقة، وانتصارًا لجهود التعاون والتواصل من أجل المجتمع. والآن، يبدأ فعليًّا العمل الجاد، ألا وهو معالجة القضايا المطروحة على خريطة الطريق.

يتمثل أحد التحديات في وضع القواعد التنظيمية؛ فالمناطق والدول تميل عادةً إلى إعمال متطلبات وإجراءات خاصة بها فيما يتعلق باعتماد تسويق تقنيات التشخيص الجديدة، والتحقق من صلاحية هذه التقنيات بعد طرحها في الأسواق. ولذا.. فإن الشركات المُطوِّرة تقع على عاتقها مهمة جسيمة، تتمثل في تلبية كافة أحجام الطلب المختلفة. ومن هنا، تنشأ الحاجة إلى التواصل، والتنسيق، وتوحيد المعايير. ولهذا يجب على صناع السياسات الجلوس إلى طاولة واحدة، والاتفاق على مجموعة قواعد مشتركة.

وتتعلق إحدى القضايا الأخرى بالكيفية التي تقوم من خلالها المؤسسات بجمع وتنسيق المعلومات المتعلقة بالسلالات المقاوِمة، ومدى فعالية المضادات الحيوية. وإذا أُتيحت هذه المعلومات بشكل فوري، وأُجريت تحليلات للمزيد من العينات؛ فسيصبح بالإمكان – كما يقول البيان – تطوير "اختبار ذكي لحساسية ومقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية (Smart antibiogram)"؛ لتوجيه الإجراءات العلاجية. ويمكن لهذا أن يقلل من وقت العلاج.. فتوفير هذا الوقت يعني إنقاذ حياة المرضى.

قد تمثل التكلفة العائق الأكبر؛ فاختبارات التشخيص الحالية قد تكون بطيئة، ولكنها رخيصة. كما أن تطوير تقنيات تشخيص حديثة، ووضعها قيد الاستخدام يتكلف أموالًا أكثر، إلا أن ذلك كله يمكن أن يتغير، حيث إن ارتفاع مقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية قد يؤدي إلى تقويض الممارسة الإكلينيكية، وقطاع الرعاية الصحية بصورة جذرية، لدرجة تصبح معها غالبية العلاجات والتشخيصات المستخدَمة حاليًّا أساليب غير قابلة للاستعمال. وفي هذه الحالة، ما نعتبره الآن استثمارًا باهظ الكُلفة سيبدو استثمارًا رخيصًا بالمقارنة بهذا. ويجب على العالَم ألا ينتظر حدوث مثل هذه الظروف العصيبة؛ فصانعو السياسات يقولون مرارًا وتكرارًا إن هناك حاجة إلى اتخاذ إجراءات بشأن مقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية، وقد استجاب المجتمع لهذا؛ وفتح المجال للمضي قدمًا. ■

الخطوات الأولى

تتم في الوقت الحالي مساعدة الأشخاص الذين يعانون من الشلل، نتيجة إصابات بالحبل الشوكي؛ ليتمكنوا من المشي مجددًا.

منذ زمن ليس ببعيد، كان الأمل بعيد المنال في أن يتمكن شخص مصاب بالشلل لعدة أعوام - بسبب إصابة بالغة في الحبل الشوكي - من استعادة القدرة على المشي مرة أخرى، غير أن التطورات الأخيرة قرَّبَتْ هذه الآمال من الواقع.

وصف الباحثون في عدد الأول من نوفمبر الماضي من دورية *Nature* علاجًا مَكَّن ثلاثة رجال يعانون من إصابات في الحبل الشوكي من المشي (F. B. Wagner *et al. Nature* **563**, 65–71; 2018) - وهو مزيج من التحفيز الكهربائي للحبل الشوكي، والعلاج الطبيعي. ولم يحدث ذلك تحت الظروف المعملية المحكمة فحسب، بل إنهم تمكنوا من السير في الهواء الطلق مرة أخرى.

إنّ هذا التطور غير عادي، وقد تكون له تداعيات على مئات الآلاف من الأشخاص في جميع أنحاء العالم. وهو كذلك نتيجة لعقود من البحث العلمي متعدد التخصصات، الذي بنى قاعدة أدلة من التجارب على الحيوانات بصورة مطردة - مع مواجهة العلماء المشاركين في بعض الأحيان لانتقادات، بسبب القيام بتلك التجارب - وجلب هذا العمل بحرص إلى العيادات.

لطالما سعى العلماء لاتباع استراتيجيات متنوعة لإصلاح وإعادة تنشيط الحبل الشوكي بعد الإصابة. وقد لُوحظ أن الكثير من النُّهُج فعال بشكل ملحوظ في تجديد واستعادة العافية من الناحية الوظيفية في الفئران والحيوانات الأخرى، غير أنه فشل في أن ينتقل إلى العلاجات البشرية. وكان التقدم المتحقق في الدراسة الحالية يتمثل في أنه بدلًا من إيصال تيار كهربائي ثابت، كما كانت التجارب تتم سابقًا، طبَّق الباحثون أنماطًا من التحفيز، تم حسابها من أجل تنشيط المجموعات الصحيحة من عضلات الساق في الوقت السليم في أثناء الخطو. وعلى هذا النحو، يمكن استهداف مواضع محددة من الحبل الشوكي؛ لتنشيط العضلات بطريقة متناسقة. ولم يُتِح بروتوكول التحفيز النمطي هذا الاستعادة غير المسبوقة للقدرة على المشي فحسب، ولكنه مَكَّن الأفراد كذلك من استعادة السيطرة على العضلات المصابة بالشلل في السابق، عندما تم إيقاف التحفيز الكهربائي. وهذا يشير إلى أن الدماغ والحبل الشوكي أعادا إنشاء الوصلات الوظيفية؛ مما يكشف عن درجة غير متوقَّعة من اللدونة.

في ضوء مثل هذا التقدم، تبدو التوقعات لما كان يُعَد طويلًا حالة غير قابلة للشفاء أكثر إشراقًا بصورة كبيرة، ولكنْ هناك الكثير من العمل يتعين إنجازه، فإصابات الحبل الشوكي تتفاوت بصورة هائلة من حيث مواضعها، وحِدّتها، ونتائجها؛ وسوف يتطلب الأمر عددًا أكبر بكثير من الدراسات لفَهْم مَن سيستفيد مِن تلك التكنولوجيا. إن البحث الجاري يثبت صحة المفهوم في عدد صغير من المشاركين ممن كان لا يزال لديهم مجموعة من وظائف الساق عند بداية الدراسة. ويكمن أحد التحديات الكبرى في فهم ما الذي يحدد التعافي الناجح، فعلى سبيل المثال، قد يكون أحد مصادر التغير هو كمّ المعلومات الحسية الذي يمكن أن يستمر الحبل الشوكي المتضرر في نقله إلى الدماغ.

"سيتطلب الأمر عددًا أكبر بكثير من الدراسات لفَهْم مَن سيستفيد من تلك التكنولوجيا".

وفي دراسة ذات صلة، نُشرت في الأسبوع الأول من نوفمبر بدورية «نيتشر نيورو ساينس» *Nature Neuroscience*، بَيَّن الفريق نفسه أن التحفيز المستمر (الذي يكون كافيًا لاستعادة الحركة في القوارض) يكون أقل فعالية في البشر، لأنه يتداخل مع نقل إشارات التغذية الراجعة الحسية فيما يخص حركة الفرد ووضع الجسم إلى الدماغ (E. Formento *et al. Nature Neurosci.* https://doi.org/10.1038/s41593-018-0262-6; 2018). وهذا سبب آخر يجعل من الممكن أن يكون التحفيز النمطي الوقتيّ أكثر فعالية، وأنه يمكن أن يكون عاملًا أساسيًّا أدى إلى نجاح العلاج للمشاركين الثلاثة في الدراسة المنشورة بدورية *Nature*. ومع ذلك، قد يتضح أن وسائل التحفيز المختلفة تكون أكثر أو أقل فائدة لأشخاص مختلفين.

ومن الأهمية كذلك أن نهدئ من الحماس المثار حول قصة النجاح هذه، عن طريق التحلي بالحذر فيما يخص إمكانية الحصول على علاج. فوِفْق ما وَرَد عن منظمة الصحة العالمية، يتأثر من 250 ألف إلى 500 ألف شخص حول العالم بإحدى الإصابات في الحبل الشوكي كل عام؛ وتكون غالبيتها من جرّاء حوادث الطريق، أو السقطات، أو العنف. إنّ تحفيز الحبل الشوكي إجراء طبي معقد ومكلف، ويبدو كذلك أن التعافي يتطلب عملية إعادة تأهيل مكثفة، ولن يكون متوفرًا للجميع؛ على الأقل في أي وقت قريب، غير أنها خطوة أولى. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp


JOSUA PIORR

إزالة حواجز التأشيرات التي تعرقل المنح الدراسية

إذا كنا نريد مجتمعًا بحثيًّا متنوعًا، ومنصفًا، وشاملًا، ينبغي أن يتمكن الأكاديميون في نصف الكرة الأرضية الجنوبي من الالتقاء بِحُرِّية، حسبما تقول **كوني نشيميريروي**

في هذه الأيام، أشعر وكأنني أقضي حياتي متنقلة بين طلب تأشيرة، وآخَر. ففي الأسبوع الماضي، كان من المفترَض أن أسافر من أوغندا إلى بنما، لتأدية دوري بصفتي رئيس مشارك لمنظمة "أكاديمية الشباب العالمية" Global Young Academy (GYA)، وهي منظمة تهتم بالتعليم والسياسات العلمية، تدعم الباحثين المبتدئين في جميع أنحاء العالم. ولكنْ بدلًا من ذلك، أجد نفسي جالسة في المنزل، أعمل على مقترَح تأخَّر كثيرًا لمشروع بحثي حول ريادة العلوم في أفريقيا، وفي الوقت نفسه أملأ استمارات الرحلة القادمة، آمِلَة في حظ أوفر.

في 25 يوليو الماضي، تواصلتُ مع أقرب سفارة لدولة بنما (في جنوب أفريقيا)، وعلمت أنه يجب عليَّ تقديم طلب التاشيرة شخصيًّا، وتصوير كل صفحة من جواز سفري، وتوثيقها، وأنّ أي كشط في إحدى الاستمارات من شأنه أن يبطل طلبي بأكمله، وأنّ جميع المستندات يجب أن تُترجَم إلى الإسبانية - بما في ذلك كشوف الحسابات المصرفية، وتذكرة الطيران، وحجز الفندق، وجميع خطابات الدعوة – من قِبَل مترجم معتمَد (كيف لي أن أجد مثل هذا المترجم في أوغندا؟ أو أدفع له؟).

تمكَّن المضيفون في بنما من التواصل مع سلطات الهجرة، حتى أستطيع إرسال الأوراق عن طريق خدمة تسليم وثائق، بدلًا من السفر جوًّا لمدة أربع ساعات بتكلفة 500 دولار أمريكي إلى بريتوريا، لكنّ عقبات من قبيل تأجيل حجز الفنادق، وكتابة التواريخ بصيغة خاطئة في الوثائق المترجَمة، كانت تعني ضرورة إعادة تقديم الأوراق عدة مرات، ولم يكن هناك وقت كاف لإصدار التأشيرة. تبدو هذه المتطلبات متعسفة إلى أقصى درجة؛ فلولا فوات الآوان، لتمكن زميلي في رئاسة المنظمة – وهو مواطن بريطاني – من الحضور، دون حاجة إلى تأشيرة. كما أن بنما لا تطلب تأشيرات للقادمين من دول معينة، مثل ماليزيا، وبولندا، والولايات المتحدة، رغم أن زميلي البولندي اضطر لدفع أكثر من 160 دولارًا، وإجراء مقابلة شخصية؛ للمرور عبر مطار في الولايات المتحدة الأمريكية.

تمثل مشكلات التأشيرات عقبة أمام باحثين كُثر في النصف الجنوبي من العالم حين يودون المشاركة في المجتمع العلمي الأكبر. ففي وقت سابق من هذا العام، كشف استطلاع رأي أجرته مؤسسة "راند كوربوريشن" RAND Corporation أن عدد المرات التي أفاد فيها باحثون أفريقيون وآسيويون، على التوالي، بمواجهة عقبات تتعلق باستخراج تأشيرات سفر للعمل بلغت ثلاثة إلى أربعة أمثال عدد المرات التي أفاد فيها نظراؤهم الأوروبيون أو الأمريكيون بتعرُّضهم لمثل هذه العقبات (انظر: go.nature.com/2z9dabn). وفي ظل الحظر الأمريكي على سفر مواطني بعض الدول، وخروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي، فمن المتوقع أن تزداد الأمور سوءًا.

ربما كانت تجربتي مع تأشيرة بنما غير طبيعية، ولكنها ليست استثنائية. فعندما كنت أعمل في جامعة ريفية، على مسافة 100 كيلو متر من أقرب مدينة، كان التقدم بطلب للحصول على تأشيرة غالبًا ما يضيِّع يومَي عمل على الأقل: يوم لجمع كافة المستندات المطلوبة وتقديمها، ويوم آخر لاستلام التأشيرة. ولا يتضمن هذان اليومان الوقت اللازم لمعرفة متطلبات كل دولة، واستخراج كشوف حسابات بنكية معتمَدة، وتجهيز الصور الفوتوغرافية الدقيقة المطلوبة، وتنسيق وثائق إثبات العمل، ورسائل الدعوة.

وحتى في حال تغطية النفقات الأخرى، يُتوقع من الباحثين - أو المؤسسات التي يعملون بها - أن يتحملوا تكاليف الحصول على التأشيرة، وهي تكاليف باهظة في ضوء الرواتب التي يحصل عليها الأكاديميون الأوغنديون. فأعلى راتب صاف تقاضيته كمحاضر أول يحمل درجة الدكتوراة من جامعة توينتي في هولندا، بعد 15 عامًا من العمل الأكاديمي، كان حوالي 60 ألف شلن أوغندي (16 دولارًا أمريكيًّا) في اليوم. وبالنسبة لي، تتكلف تأشيرة جنوب أفريقيا 36 دولارًا، إضافة إلى 90 دولارًا تُدفَع كرسوم إدارية. وتتكلف تأشيرة المملكة المتحدة 120 دولارًا، وتستغرق ثلاثة أسابيع. وفي محاولتي السفر إلى بنما، دفعت حوالي 100 دولار، إضافة إلى رسوم التحويل البنكي. وتُعَد تأشيرة شنجن (المفوضية الأوروبية) من أسهل التأشيرات؛ إذ تقل تكلفتها عن 70 دولارًا، ولا تحتاج سوى أسبوع انتظار واحد.

جرى انتخابي كرئيس مشارك في شهر مايو الماضي، وكان عليَّ أن أسافر إلى سبع دول – أربع منها لتمثيل منظمة GYA – بين شهري سبتمبر، ونوفمبر. وإذا سارت الأمور وفقًا للخطة، فسأكون في اليابان في وقت نشر هذا المقال، وهي رحلة تطلبت مني العثور على مواطن ياباني، يمكنه أن يرسل إلى دعوة رسمية، ويضمن التزامي بقوانين الدولة، ويرسل المستندات بالبريد، لأن السفارة لا تقبل رسائل الفاكس، ولا البريد الإلكتروني. وقد ذهبتُ إلى السفارة اليابانية في كامبالا عدة مرات، لأنني افتقدت، أو أسأتُ فهْم، بعض تفاصيل طلب التأشيرة (لم تكن جميعها موضحة على الإنترنت).

> ينبغي ألا تتحول طلبات الحصول على **التأشيرة** إلى عمل **بدوام كامل.**

في اليوم نفسه، الذي قرأت فيه رسالة البريد الإلكتروني المحبطة، الواردة من سفارة بنما، تلقيتُ دعوة للتحدث في مؤتمر سنوي لمنظمة "الشراكة بين الأكاديميات" – وهي شبكة عالمية من الأكاديميات التي تنتشر في جميع أنحاء العالم، وتعمل معًا في مجال السياسة العامة – في كوريا الجنوبية في إبريل 2019. وبدلًا من الشعور بالبهجة، غمرني شعور جارف بالخوف، لأنه سيتوجب عليَّ خوض عباب بحر آخر من إجراءات استخراج التأشيرة، فقط لأنني مواطنة أوغندية.

إنني أتفهم حاجة الدول إلى التحكم في الدخول إلى أراضيها، لكن المنطق السليم يجب أن يسود. وينبغي ألا تتحول طلبات الحصول على التأشيرة إلى عمل بدوام كامل، وإنما يجب أن تكون هناك طرق أفضل تدعم بها المجتمعات الأكاديمية والبحثية بعضها البعض، وتسهِّل بها الحكومات المنح الدراسية الدولية.

لقد سمعتُ بعض الأفكار الإصلاحية الواعدة؛ فجنوب أفريقيا تدرس تخصيص فئة لتأشيرات أكاديمية، ستكون صالحة لمدة عشر سنوات، ويعمل زملاء في منظمة GYA حاليًّا على تصوُّر يسمَّى "جواز سفر عالمي للعلماء" Global Passport for Scholars. كما أننا نجمع قصص معاناة العلماء مع التأشيرات للدفع بالقضية (رجاءً، أرسِلْ إليَّ قصّتك عبر البريد الإلكتروني). صحيح أن العلماء يواجهون عقبات أكثر – وأهم - كثيرًا من عقبات الحصول على التأشيرات؛ فنحن نفتقر إلى فرص العمل، وفرص الحصول على التمويل والمعدّات، ونعاني من ضعف التوجيه والإرشاد. ومع ذلك، ينبغي أن تكون مشكلات التأشيرات من بين المشكلات الأسهل في حلها.

في إبريل عام 2019، سوف تحتفل منظمة GYA بعيد ميلادها العاشر في ألمانيا، وسوف يكون جميع أعضائنا، البالغ عددهم 200 عضو، وخريجينا، البالغ عددهم 216 خريجًا – الذين يمثلون مجتمعين 83 دولة - مدعوين لهذه المناسبة. وبرغم أننا سنبذل قصارى جهدنا من أجل مساعدتهم على السفر، فلا شك لدينا في أن عددًا غير قليل منهم لن يتمكن من السفر؛ لأنهم - ببساطة - ولدوا في بلد غير مناسب. ■

كوني نشيميريروي منسقة علوم وسياسات مستقلة، وعضو اللجنة التوجيهية لـ "برنامج ريادة العلوم في أفريقيا" Africa Science Leadership Programme، ورئيس مشارك في منظمة "أكاديمية الشباب العالمية" (GYA) في كامبالا.
البريد الإلكتروني: cnshemereirwe@gmail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



المزارعون يغيِّرون طريقة دراستنا للمناخ

تقول **كارولينا فيرا:** طلبت العون من أولئك الذين يقررون طريقة زراعة المحاصيل، والوقاية من أضرار الفيضانات، لتحسين جدوى أبحاثي بالنسبة لهم.

يعرف سكان حوض نهر ماتانسا - الواقع شرق الأرجنتين - المناطق التي من المتوقع أن تشهد فيضانات. وحينما حشدوا خبراتهم لوضع خريطة للمناطق المعرَّضة لخطر الفيضانات، كانت النتيجة في جوهرها لا تختلف عما توصّلنا إليه — نحن العلماء — مستعينين بعلم المياه، وقياسات مستجمعات المياه. لقد نجحنا كعلماء - بالتعاون مع السكان المحليين - في مقارنة الفيضانات السابقة بكمية الأمطار التي سَبَّبَتها، والتوصُّل إلى تحديد دقيق لكيف يمكن لمقدار ضئيل من الأمطار أن يخلف أثرًا هائلًا. وحاليًّا، نحن بصدد صياغة مهمتنا البحثية في تلك المنطقة حول إمكانية حدوث تأثيرات، وكذا حول القياسات الشائعة علميًّا (مثل الهطْل بالغ الشدة).

كثيرًا ما نَفترِض — نحن العلماء — أن انتقال المعرفة يبدأ من الأبحاث الأساسية التي ينتج عنها تطبيقًا تتوقع من الآخرين استخدامه تلقائيًّا، لكن التجربة علمتنى مدى محدودية هذا النموذج الخطي. إنّ الإنتاج المشترك — أي التعاون مع مَن سيستخدمون بالفعل نتائج أبحاثي حول المناخ — قد يكون أسلوبًا غير مباشر، ولا يمكن التنبؤ بنتائجه، لكنه جدى نفعًا.

لقد أسهم ما قدمتُه أنا وقدمه زملائي من أبحاث على مدار العقدين الماضيين في بناء تصور أفضل عن مناخ جنوب قارة أمريكا الجنوبية، حيث إن نماذجنا في الوقت الراهن تُستخدَم لتفسير الرياح الموسمية في تلك القارة، وتفسير آليات أخرى مرتبطة بالتفاعلات بين المحيط، والغلاف الجوي، واليابسة.

في البداية، أنشأنا أدوات تمكّننا من التنبؤ بالظواهر المناخية قبل وقوعها بأسابيع، أو شهور، وأنشأنا موقعًا إلكترونيًّا يتيح الاطلاع على تلك المعلومات بشكل مجاني، إذ إننا اعتقدنا أن هذا الأمر قد يفيد في اتخاذ القرارات المتعلقة بتوليد الطاقة الكهرومائية، ووضْع خطط التعامل مع الفيضانات، وجدولة مواعيد الزراعة والحصاد. وقمنا كذلك بإجراء الكثير من حملات التوعية، وشجعنا المشاركين على إبداء آرائهم، وطرح أسئلتهم، لكنْ تَبَيَّن أن هذه المعلومات لم يستخدمها فعليًّا إلا القليلون من خارج الوسط الأكاديمي.

> كثيرًا ما نفترض – **نحن العلماء** – أن عملية انتقال المعرفة تبدأ من **الأبحاث الأساسية.**

لماذا كانت محاولة جعْل معارفنا عن المناخ أكثر إفادة لهؤلاء أمرًا صعبًا إلى هذه الدرجة؟

في عام 2009، وقع الاختيار عليَّ لأكون مؤلف رئيس لتقرير الفريق الحكومي الدولي المعنِيّ بتغير المناخ فيما يتعلق بكيفية إدارة المجتمعات المحلية للمخاطر المرتبطة بالأحوال الجوية بالغة الشدة، وهو ما أتاح لي فرصة العمل مع علماء الاجتماع، وأدركتُ حينها أن تهيئة الانتفاع بعلم المناخ تتطلب معارف اجتماعية، وثقافية، واقتصادية، بل وسياسية أيضًا. الأكثر من هذا.. أنني احتجت إلى إقامة حوار مع أولئك الذين قد يستخدمون أبحاثي، أو يستفيدون منها، وإلى العمل معهم باعتبارهم نظراء.

في عام 2016، بدأ المزارعون، وعلماء الأنثروبولوجيا، وعلماء المناخ مبادرة تعاونٍ تهدف إلى توفير معلومات مناخية، يمكن لصغار المزارعين الذين يربّون الماشية، ويزرعون الخضراوات، والذرة، والبطاطس الاستفادة منها. كنا قد أدركنا حينها أن التوجه إلى المناطق الريفية والتحدث عن الأمر ليس كافيًا، بل علينا أن نتعارف، وأن نبني الثقة فيما بيننا. يرتكز عملنا على عامين من العمل الميداني الذي أجراه عدد من المختصين في علم الأنثروبولوجيا في منطقة بيريميخو بمقاطعة تشاكو، شمال شرق الأرجنتين. عاش طلاب الدكتوراة خلال هذه المبادرة وسط المزارعين، الذين يضطرون كثيرًا إلى مواجهة الأمطار الغزيرة، والبَرَد، والصقيع، والرياح العاتية، والفيضانات، مستعينين بالقليل من الموارد؛ لتعويض الخسائر.

دمج مشروعنا مفاهيم مستمَدة من ثلاثة مجالات: علم المناخ (التقلب المناخي، وعدم التيقن بشأن المناخ، ورصد الأحوال المناخية، وحالة المناخ الطبيعية، وتنبؤات حالة المناخ)، وعلم الأنثروبولوجيا (التصور، والسرية، والمشاركة)، والمعرفة التي اكتسبَتها المجتمعات الزراعية من خلال الخبرة والتجربة (الملاحظة المباشرة، وحالات وقوع ظواهر جوية معينة في مزيج معين، وعتبات هطْل الأمطار فيما يتعلق بإنتاج المحاصيل).

تسنَّى لنا تحديد عدد من الظواهر التي لا تُعَد بالغة الشدة، حسب المقاييس الإحصائية، لكنها ذات أثر بالغ على مَن يعيشون في ظلها. أخبرنا المتعاونون معنا أن عام 2016 شهد سلسلة غير معتادة لما يزيد على 15 يومًا من الأيام الغائمة التي تسببت في تراجُع كبير في الإنتاج الشتوي للفلفل والطماطم.

لقد لاحت لنا أيضًا فرص غير متوقعة؛ فقد اشتركنا في تصميم شبكة لرصد هطْل الأمطار، والتعرف على الكيفية التي يسهم من خلالها التوزيع المكاني لهذا الهطْل في تحديد حالات الفيضانات، وموجات الجفاف. أقدم طلاب المدارس المحلية على تركيب مقاييس للأمطار في مَزارع عائلاتهم، وواظبوا على تسجيل البيانات على الورق، ومن ثم رفْعها على مستودع على الإنترنت لدى وصولهم إلى مدارسهم.

لقد أدركتُ مدى هشاشة المجتمعات المحلية؛ ففي أكتوبر من عام 2017، احتفلنا بأولى التركيبات في شبكتنا الخاصة برصد الأمطار، لكننا خسرنا في الشهر التالي جزءًا من هذا الجهد على إثر عاصفة شديدة اقتلعت سقف المدرسة، وهو ما أجبر الطلاب على حضور دروسهم في أحد مراكز المطافئ. وبالرغم من ذلك.. بعد مضيّ عام من هذه الواقعة، صارت لدينا مقاييس لكميات الأمطار أكثر من ذي قبل. كما أنتجنا – بالتعاون مع السكان المحليين – تطبيق يعمل على الهواتف الذكية (انظر: go.nature.com/2nozw6k)، يستخدمونه لمعرفة كيفية تطوُّر درجات الحرارة ومعدلات الهطْل في المنطقة، فضلًا عن التنبؤ بالطقس على مدار الأيام والأسابيع المقبلة.

يجب أن أعترف أنني كنت أشعر - في أغلب الأحيان - بالإحباط من عملية الإنتاج المشترك هذه، حيث إن قَدْر المرونة الذي سمح بإنشاء شبكة رصد الأمطار وتدشين التطبيق جعل أيضًا التخطيط لجداول زمنية دقيقة ومخرجات مُحكمة أمرًا صعبًا. إنّ الحوار الذي يدور بين العلماء الأكاديميين والقائمين على تقديم التوقعات الجوية، أو المساعدة في الإدارة الزراعية، قد يكون بطيئًا، ومعقدًا، وصعبًا. وكان يصعب عليَّ تفهُّم حقيقة أن الآخرين يجدون صعوبة في تقبُّل ما يتسم به المناخ – بحُكْم طبيعته – من تقلُّب، واستحالة التنبؤ الدقيق بحالاته.

لقد غيرَتْ هذه التجربة من طبيعتي كعالِمة وإنسانة؛ فقد كنت في السابق باحثة في شؤون المناخ، متلهفة بشدة على تقديم إسهامات مجتمعية، ولكنْ لم تكن لدىّ أفكارًا واضحة بشأن كيفية تحقيق ذلك. أما الآن، فقد صرتُ جزءًا من عملية تفيد بالفعل أشخاصًا حقيقيين أثناء ممارستهم لمهام حياتهم اليومية. ■

كارولينا فيرا أستاذة بجامعة بوينوس آيريس، والمجلس الوطني للأبحاث العلمية والتقنية، وتعمل أيضًا باحثة رئيسة في مشروع للإنتاج المشترك (www.climax-sa.org)؛ بهدف تعزيز الخدمات المناخية.

البريد الإلكتروني: carolina@cima.fcen.uba.ar

أضـواء على الأبحـاث

مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علم الأوبئة

عندما تختفي الرياضة من حياتنا

يُعرف الجلوس في الوقت الحالي "بالتدخين الجديد"، بسبب آثاره الصحية الضارة. وكشفت دراسة استقصائية أن شخصًا من بين كل أربعة أشخاص في الولايات المتحدة يقضي أكثر من 8 ساعات يوميًّا وهو جالس، بينما يجلس واحد من كل عشرة أشخاص لأكثر من 8 ساعات يوميًّا، بجانب عدم ممارسته لأي نشاط بدني مفيد.

يمكن للألعاب الرياضية، وتمارين الصالة الرياضية، وغيرها من أشكال المجهود البدني التصدي لمخاطر الوفاة المبكرة المصاحِبة للجلوس لفترات طويلة. ولتقصي مسألة ما إذا كان سكان الولايات المتحدة يوازنون بين فترات جلوسهم والأنشطة الأخرى، قامت إيميلي أزوري - من المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها في أتلانتا بولاية جورجيا - وزملاؤها بتحليل استبيانات من ما يقرب من 6,000 شخص بالغ. قضى ربعهم ما لا يقل عن 6 ساعات يوميًّا جالسين، ولم يمارسوا أي نشاط بدني قد يزيد من معدل نبضات القلب أو التنفس في أوقات الفراغ.

ولم يمارس أكثر من 60% من أولئك الذين جلسوا لمدة 8 ساعات على الأقل يوميًّا نشاطًا بدنيًّا كافيًا لجني ثمار فوائده الصحية. ولحصد هذه الفوائد الصحية، يحتاج هؤلاء الناس إلى ممارسة التمارين لمدة لا تقل عن 150 دقيقة أسبوعيًّا، أو ما يزيد قليلًا على 20 دقيقة يوميًّا.

J. Am. Med. Assoc. **320, 2036–2038 (2018)**



KEVIN FRAYER/GETTY

العلوم البيئية

كيف أنقذ طهاة الصين الأرواح

لقد تسبب أحد ملوثات الهواء الشائعة في وفاة عدد أقل بكثير من الناس في الصين في عام 2015، مقارنة بعام 2005. ويرجع الفضل في ذلك جزئيًّا إلى خفض سكان الريف استهلاكهم من الوقود، مثل الخشب، والقش لأغراض الطهي.

ففي عام 2005، بدأت الحكومة المركزية في الصين بفرض قيود على انبعاثات الجسيمات الدقيقة - وهي مزيج من الجسيمات بالغة الصغر التي يمكن استنشاقها بعمق داخل الرئتين – الصادرة من السيارات، ومحطات توليد الطاقة، والمصانع. ولتقييم تأثير الحملة، قام شوكسيو وانج، من جامعة تشينجهوا في بكين، وكيرك سميث، من جامعة كاليفورنيا في بيركلي، وزملاؤهما بتصميم نموذج لتعرُّض الصينيين للجسيمات الدقيقة. وجد الباحثون أن الوفيات المتعلقة بهذا الشكل من التلوث انخفضت بنسبة 29% بين عامي 2005، و2015. ومن المثير للدهشة أن القيود التي فرضتها الحكومة لم تسهم سوى بجزء صغير من هذا الانخفاض. ويرجع 80% من هذا الانخفاض إلى تراجع استخدام الناس للأخشاب وأنواع الوقود الملوثة الأخرى لأغراض الطهي والتدفئة، لأن سكان الريف إما هاجروا إلى المدن، أو حصلوا على دخل مالي كاف لشراء أنواع وقود أنظف.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/cw7q (2018)**

الطاقة المتجددة

ادخار أشعة الشمس ليوم ممطر

يمكن دمج الخلايا الشمسية مع البطاريات؛ لإنشاء جهاز واحد يستخلص الطاقة الشمسية، ويخزنها، ويُطْلقها بكفاءة، حتى عندما لا تكون الشمس مشرقة.

فقد قام سونج جين، من جامعة ويسكونسن ماديسون، وزملاؤه بدمج خلية فولتضوئية عالية الكفاءة مع بطارية عالية الفولطية. تلتقط البطارية مباشرة الطاقة الشمسية التي تحصدها الخلية، وهي تستخدم "كهارل" سائلة لتخزين الطاقة في شكل كيميائي.

تحوِّل بطارية التدفق الشمسي هذه الطاقة الشمسية، وتخزنها، وتُطْلقها في شكل كهرباء؛ ما يحقق كفاءة قياسية تبلغ 14.1%. ويقترح الباحثون إمكانية إدخال المزيد من التحسينات على البطارية؛ الأمر الذي قد يفتح الباب أمام استخدام وتخزين الطاقة الشمسية في المواقع غير المتصلة بالشبكة الكهربائية.

Chem **http://doi.org/ct98 (2018)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيزياء المادة المكثفة

توصيل فائق من جرّاء تبريد سريع

AMELIE BENOIST/BSIP/ALAMY

يكفي تعرُّض بعض المواد للتبريد الشديد لجَعْلها تصبح في حالة فائقة التوصيل؛ ما يتيح لها توصيل الكهرباء دون مقاومة، بيد أن تطلعات العلماء لطالما أحبطها بعض المعادن العنيدة التي - عوضًا عن ذلك – يدخلها التبريد في "حالة متنافسة": إذ تتخذ إلكترونات المعدن ترتيبًا مواتيًا من حيث الطاقة، يمنع التوصيل الفائق.

ومؤخرًا، قام هيروشي أويكي، وفوميتاكا كاجاوا، وزملاؤهما بمركز رايكِن RIKEN لعلوم المواد الناشئة في واكو باليابان، بتبريد إحدى المواد بسرعة كبيرة لم تسمح للحالة المتنافسة أن تتشكل.

مرر الفريق نبضة تيار كهربائي في معدن يتكون من التيلوريوم، والإيريديوم. سخّنت النبضة المعدن لأكثر من 27 درجة مئوية، قبل تبريده إلى 269- درجة، في أقل من 10 ميكروثانية. وتشبه هذه العملية غمر المعدن المنصهر في ماء بارد، ما يحافظ على بِنْية المعدن، ويَحُول دون إضعافها في أثناء التبريد.

بعد تدخُّل الباحثين بهذا الشكل، دخل المعدن في حالة مستقرة فائقة التوصيل، وظل فيها أكثر من أسبوع. وأفاد الباحثون بأن هذه التقنية يمكن أن تؤدي إلى اكتشاف مواد فائقة التوصيل، لا يمكن التنبؤ بها، وفق نظرية الديناميكا الحرارية التقليدية.

***Sci. Adv.* 4, eaau3489 (2018)**

علم البيئة

السمك "الطائر" يغذي الأشجار

هي قصة مشروع بحثي يشبه الدمى الروسية المعشّشة: تجربة تُجرى باستخدام بيانات ناتجة عن تجربة أخرى.

استطلع توماس كوين، من جامعة واشنطن في سياتل، وزملاؤه جثث سمك السلمون الأحمر (*Oncorhynchus nerka*) في مجرى مائي صغير في جنوب غرب ألاسكا. وكجزء من دراسة لاستهلاك الدببة لسمك السلمون، استخرج أعضاء الفريق السمك الميت من المجرى المائي لعدّه، ثم تخلصوا من كل جثة مسجلة بإلقائها في الغابة (في الصورة)؛ للحيلولة دون عدّها مرتين. وابتداء من عام 1997، ألقى القائمون على العدّ السلمون على الضفة اليسرى فقط. وتساءل كوين عما إذا كانت أشجار التنوب البيضاء (*Picea glauca*)، الموجودة على الضفاف - حيث يتم التخلص من سمك السلمون الميت - سوف تنمو بشكل أسرع بفضل الأسمدة السمكية، أم لا.

فحص الباحثون أوراق التنوب الإبرية على الضفة اليسرى، واكتشفوا مستويات مرتفعة من نوع ثقيل من النيتروجين، يوجد بكثرة في النظم البيئية البحرية؛ ما يدل على أن العناصر الغذائية من السلمون الأحمر - الذي يقضي معظم حياته في البحر - كانت تجد سبيلها إلى الأشجار.

***Ecology* http://doi.org/cv95 (2018)**

DAN DINICOLA/UNIV. WASHINGTON



جيولوجيا

قرائن بلورية على حالة الأرض الأولى

لدى علماء الجيولوجيا الآن نافذة جديدة لرؤية الأرض الأولى، وذلك من خلال بلورات من الزركون من جنوب أفريقيا، قد يصل عمرها إلى 4.1 مليار سنة.

كشفت بلورات الزركون القديمة من غرب أستراليا - وهو معدن قوي، يوجد في الصخور التي تعرضت للضغط والتسخين - بعض أسرار الكوكب في مراحله الأولى، بما في ذلك قرائن على كيمياء القشرة البدائية للأرض. ومع ذلك.. لم يكن لدى الباحثين سوى القليل من السجلات الأخرى لهذه الفترة من المراحل المبكرة من عمر الأرض.

ومؤخرًا، أعلن بنجامين بايرلي - من جامعة ولاية لويزيانا في باتون روج - وزملاؤه اكتشافهم مخزونًا نفيسًا ثانيًا من الزركون. وتقع البلورات شرق بريتوريا، في تشكيل من الصخور يُعرف باسم "حزام باربرتون جرينستون".

إن بلورات الزركون الأفريقية مهمة، لأنها خضعت لتسخين وضغط أقل من العينات الأسترالية. ونتيجة لذلك.. قد تكُون لدى البلورات الأفريقية قصص أكثر ثراءً لترويها لنا عن كيمياء الأرض في سنواتها الأولى.

***Geology* http://doi.org/cvf7 (2018)**

كيمياء

أداة لانتزاع السكر من الدم

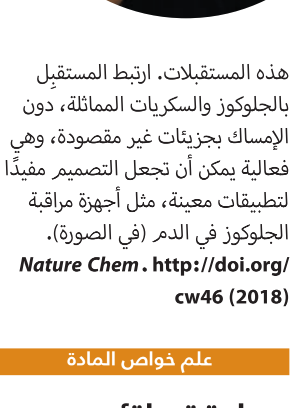
يمكن لجزيء اصطناعي أن ينتزع نوعًا من السكر، له أهمية طبية من الدم، وقد يؤدي إلى تطورات جديدة في علاج مرض السكري.

حاول العديد من الباحثين بناء مستقبِلات جزيئية يمكن أن ترتبط بالسكريات، وخاصة الجلوكوز، وأن تنتزع هذه السكريات من الدم، لكن بعض مكونات جزيء الجلوكوز يُعَد جاذبًا للغاية للماء. ونتيجة لذلك، غالبًا ما تخسر المستقبِلات الاصطناعية في الدم أمام الماء في الشد والجذب على كمية قليلة من الجلوكوز.

وللفوز بالمعركة، قام أنتوني ديفيس، من جامعة بريستول بالمملكة المتحدة، وزملاؤه بتخليق مستقبِل يحاكي البروتينات الجامعة للسكر، الموجودة في الجسم. أضاف الباحثون مجموعات كيميائية إلى المستقبِل؛ جعلته أكثر جاذبية للجلوكوز، ومكّنته من الارتباط بالسكريات بشكل أكثر إحكامًا من التصاميم الأخرى.

وتُعَد نسخة الفريق أكثر جاذبية بمعدل 100 مرة تقريبًا للجلوكوز في الماء - ومعدل أقل بقليل من هذا في الدم - مقارنة بالإصدارات السابقة من هذه المستقبِلات. ارتبط المستقبِل بالجلوكوز والسكريات المماثلة، دون الإمساك بجزيئات غير مقصودة، وهي فعالية يمكن أن تجعل التصميم مفيدًا لتطبيقات معينة، مثل أجهزة مراقبة الجلوكوز في الدم (في الصورة).

***Nature Chem*. http://doi.org/cw46 (2018)**



علم خواص المادة

مـادة تـلتئم ذاتيّـًا

ثمة مادة مصنوعة من مواد كيميائية صناعية شائعة، تلتئم ذاتيًّا بشكل مستقل، بعد قطعها، أو خدشها.

أُنتجت هذه النوعية من المواد "ذاتية الالتئام" من قبل، إلا أن الإصدارات السابقة تطلبت تعديلات كيميائية، أو استخدام مجال كهربائي أو مغناطيسي؛ لتلتحم المادة من جديد.

ولتطوير مادة مستقلة بذاتها، ذاتية الالتئام، طوّر ماريك أوربان وزملاؤه، بجامعة كليمسون في كارولينا الجنوبية، مركبات ذات قدرة على الإصلاح الذاتي، عن طريق الاستفادة من القوى التي تُبقِي على تماسك الجزيئات. قام الفريق بتوليف بوليمرات - وهي جزيئات مكوّنة من وحدات متكررة فيما يشبه السلسلة - من نوعين من المواد الكيميائية الكربونية التي تسمَّى "الأكريلات". وفي الامتداد الطويل من البوليمرات، تم التبديل بين نوعي الأكريلات. وتسببت التفاعلات بين وحدات الأكريلات في تكتل السلاسل في حِزَم، والتفافها حول نفسها.

وبعد حوالي 14 ساعة من قطعها، استعادت المادة أكثر من 90 من قوة الشد الخاصة بها، وهو مقياس لمقاومة الكسر. وتشير عمليات المحاكاة إلى أن حِزَم هذه السلاسل ارتدت، دافعة الحواف المقطوعة نحو بعضها البعض، وسامِحة لأقسام وحدات الأكريلات المتبادلة بالاتصال.

***Science* 362, 220–225 (2018)**

علم الفيروسات

كنز فيروسي في قرية قديمة

هناك فيروس، يُقَدَّر عمره بألف عام، كان قد تمّت استعادته من مستوطنة قديمة للأمريكيين الأصليين، يُعَدّ أقدم فيروس نباتي معروف على الإطلاق.

ومنذ قرون، قامت شعوب بويبلو القديمة (الهنود الحمر) - في ما أصبح الآن جنوب غرب الولايات المتحدة - بزراعة محاصيل معينة، مثل الذرة، والقرع. وكشفت عمليات التنقيب التي جرت في سبعينيات القرن الماضي في أنتيلوب هاوس، وهو موقع لشعوب بويبلو، يقع في أعماق وادٍ بأريزونا، عن كيزان الذرة، وحبوبها، وقشورها.

استعادت مارلين روزينك، من جامعة ولاية بنسلفانيا في يونيفرسيتي بارك، وزملاؤها ثلاثة جينومات شبه كاملة لفيروس حمض نووي ريبي، لم يكن معروفًا من قبل، من الكيزان التي يرجع تاريخها إلى حوالي 1000 عام بعد الميلاد. وأطلقوا على الفيروس الجديد اسم *Zea mays chrysovirus* 1، إذ يرتبط بعائلة من الفيروسات شبيهة بالعائلة Chrysoviridae، التي يمكنها أن تصيب النباتات، وأن تنتقل عبر الأجيال بواسطة البذور. وجد الفريق كذلك فيروسًا قريب الصلة بالفيروس الجديد في نبات الذُّرة الحديث. واختلفت تسلسلات الحمض النووي الريبي للفيروس الحديث عن تلك القديمة بنسبة 3% فقط.

والفيروس النباتي الذي كان في السابق هو الأقدم من نوعه على الإطلاق - وهو فيروس الشعير الفسيفسائي المخطط، الذي عُثر عليه في شعير شمال أفريقيا - يبلغ عمر وجوده حوالي 750 عامًا.

***J. Virol*. http://doi.org/cvx7 (2018)**



KATHLEEN KROL

علم الأعصاب

الإيثار يبدأ من المهد

إن الأطفال الرضّع الذين يميّزون مشاعر الضيق في وجوه الآخرين عادة ما يشبّون على كونهم أطفالًا إيثاريين.

فقد قام توبياس جروسمان، من جامعة فيرجينيا في شارلوتسفيل، وزملاؤه بتتبع حركات العين لدى أطفال رضّع يبلغون من العمر سبعة أشهر، وهم ينظرون إلى صور لوجوه تعبِّر عن مشاعر خوف، أو غضب، أو سعادة. وعندما بلغ الأطفال أنفسهم 14 شهرًا، تم عمل تقييم لسلوكهم؛ لتحديد ما إذا كانوا يبدون "سلوكًا مساعِدًا للغير"، أم لا، مثل محاولة مساعدة واحدة من القائمات بالتجربة، كانت قد أسقطتْ قلمها "دون قصد" في أثناء الرسم.

وظهر أنه من المرجح بدرجة أكبر أنْ ينمو الأطفال الرضّع الذين هم في عمر سبعة أشهر، والذين ألقوا نظرة أولية مطوّلة على الوجوه الخائفة، ثم أشاحوا بأنظارهم عنها، ليصبحوا أطفالًا إيثاريين، يبدون اهتمامًا بالآخرين، مقارنة بالأطفال الرضّع الذين نظروا بالكاد إلى الوجوه الخائفة. ولم يُظهِر انتباه الأطفال إلى التعبيرات الأخرى مثل هذا الارتباط.

يقول الباحثون إن انتباه الأطفال الرضّع في الاختبار إلى الوجوه الخائفة كان مرتبطًا بالنشاط في منطقة معينة في الدماغ، تشارك في السيطرة الإدراكية.

***PLoS Biol*. 16, e2005281 (2018)**

لفيزياء الفلكية

ميلاد حشْـــد مـجرِّي

تم اكتشاف رقعة هائلة من المجرّات الشابة، باعتبارها واحدة من أكبر التجمعات التي رُصدت على الإطلاق من هذه النوعية، بل والأروع من ذلك، أنه تم تصويرها في طور التشكيل.

إنّ الحشود المجرِّية – أي تجمُّعات المجرّات التي تتماسك بقوة الجاذبية - تُعَد من بين أكبر الهياكل في الكون.

استخدم لينهوا جيانج، من جامعة بكين في بكين، وزملاؤه البيانات التي جُمعت من خلال تليسكوب في لا سيرينا، في تشيلي؛ لفحص رقعة من السماء، بدا أنها تحتوي على عدد غير عادي من المجرّات الشابة التي تنتشر عبر مساحة شاسعة من الفضاء.

وأظهر التحليل أن المجرّات كانت محتشدة معًا على بُعْد أكثر من 3.9 مليار فرسخ فلكي (12.7 مليار سنة ضوئية) من الأرض.

يشير هذا الاكتشاف إلى أن كل هذه المجرّات قد وُلدت من فقاعة غاز ضخمة، انهارت تحت ثقل جاذبيتها. وبسبب موقع الحشد، لابد أن ضوءها قد استغرق حوالي 12.7 مليار سنة للوصول إلى التليسكوب الخاص بالفريق. ويعني هذا أن الكون كان يبلغ من العمر مليار سنة عندما ولد هذا "الحشد الأولي"، ما يجعله واحدًا من أقدم تلك الحشود التي عُثر عليها حتى الآن.

***Nature Astron*. http://doi.org/cvx9 (2018)**

بحوث طبية

المادة الرمادية تتضرر من الطيران بالفضاء

إن الطيران في الفضاء يقلص بعض المناطق في أدمغة رواد الفضاء الروس. وهو تأثير يستمر لفترة طويلة بعد عودة الرواد إلى أوطانهم.

يدرك الباحثون أن رحلات الفضاء تسبِّب تضخُّم أجزاء من الدماغ، ومَيْلها، لكنّ أنجيليك فان أومبرجن، من جامعة أنتويرب في بلجيكا، وزملاءها يتساءلون تحديدًا عن مدى تأثير البقاء فترة في المدار على حجم الدماغ، خاصة بعد العودة إلى الأرض. ولاستكشاف الأمر، قام الفريق بدراسة صور أشعّات لأدمغة عشرة من رواد الفضاء الروس، قبل قيامهم بمهمات مدارية دامت حوالي ستة أشهر، وبعدها.

بعد حوالي أسبوع من عودة رواد الفضاء إلى الأرض، ظهر في بعض أجزاء أدمغتهم حجمًا أكبر من السائل الدماغي الشوكي - الذي يبطن الدماغ، وينظفه - عما كان قبل الرحلة. وعلى النقيض من ذلك، تقلّصت مناطق

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

معينة من المادة الرمادية في الدماغ - التي تحتوي على خلايا عصبية تنتِج الإشارات - خلال الفترة الزمنية ذاتها. واستردت المادة الرمادية معظم حجمها في الأشهر السبعة التالية، في حين أن المادة البيضاء في الدماغ - التي تنقل الإشارات العصبية - تقلصت في الأشهر التالية للهبوط.

ويقول الباحثون إن التغيرات في حجم الدماغ قد تساعد على تفسير المشكلات الطبية المرتبطة بالرحلات الفضائية لمدة طويلة.

***N. Engl. J. Med*. 379, 1678–1680 (2018)**

ART WOLFE/GETTY

علم الفلك والفيزياء الفلكية

أجواء غائمة وظهور محتمَل للنجوم

سحابة باردة من الغاز الجزيئي في مجرّة درب التبانة، تمنح علماء الفلك إمكانية نادرة لرؤية واحدة من أولى خطوات تكوُّن النجوم.

تتكون الجزيئات الأساسية الأصغر في الكون عندما ترتبط ذرّتا هيدروجين؛ لتشكلا جزيئات الهيدروجين (H_2). وتحدث هذه العملية عادة في السُّحُب الباردة الداكنة، لكن نادرًا ما يلاحَظ تشكيل الجزيء؛ إذ يصعب التمييز بين الهيدروجين الذري، والجزيئي، وكذلك تمييزهما عن الأنواع الأخرى من الجزيئات.

استخدم بي تسو، ودِي لي، من المراصد الفلكية الوطنية التابعة للأكاديمية الصينية للعلوم في بكين، وزملاؤهما تليسكوب «أريسيبو» Arecibo الراديوي في بورتوريكو؛ لمراقبة السحب الداكنة في الكون. وجد الفريق أن سحابة واحدة كان لها "غلاف" خارجي من الهيدروجين الذري الذي يتم تحويله إلى هيدروجين جزيئي، وهو أول اكتشاف من نوعه لولادة سحابة داكنة.

ويشير تحليل إضافي لمعدّل تشكيل جزيئات H_2 أن السحابة عمرها حوالي 6 ملايين سنة. ويذكر الباحثون أن هذه النتيجة قد تساعد كذلك على تحديد نطاق النماذج الحاسوبية لتشكيل النجوم، والكواكب، والمجرّات.

***Astrophys. J.* 867, 13 (2018)**

علم الأعصاب

تخفيف وطأة الخيانة بحبوب «إكستاسي»

قد يجعل العقار الترفيهي الملقب بـ«إكستاسي» ecstasy (في الصورة) الأفراد أكثر استعدادًا للتعاون مع أولئك الذين خانوهم مؤخرًا.

في دراسة للتفاعلات الاجتماعية، طلب أنتوني جاباي - من جامعة كينجز كوليدج لندن King`s College London - وزملاؤه من 20 رجلًا المشاركة في لعبة استراتيجية ضد منافسين من الحاسوب. اختار اللاعبون وشركاؤهم الرقميون، بصورة مستقلة عن بعضهم البعض، من خلال سلسلة من المحاولات، إمّا التعاون، أو التنافس ضد بعضهم البعض.

أكسب التعاون المتبادَل اللاعبين نقاطًا أكثر من التنافس بينهم، لكن اللاعبين حصلوا على أكبر عدد من النقاط عندما "خانوا" شركاءهم باختيارهم التنافس، بينما اختار الشريك أن يتعاون. حصل الشريك "المخدوع" على أقل عدد ممكن من النقاط. ولعب الرجال اللعبة بعد تناول عقار MDMA - المكون الفعال في «إكستاسي»- أو بعد تناول عقار وهمي. وعندما تمت "خيانة" الرجال من قِبَل شريك حاسوبي جدير بالثقة عادة، كانوا يميلون إلى اختيار المنافسة، بدلًا من التعاون في المحاولات التالية. ومقارنةً بأدائهم أثناء تناول العقار الوهمي، تغلَّب اللاعبون الذين تناولوا MDMA على هذا التأثير بسرعة أكبر، وبالتالي عادوا إلى التعاون في وقت أقرب.

***J. Neurosci*. http://doi.org/cw9b (2018)**

علم الكواكب

أشواك ثلجية تمتد على قمر المشتري

ربما تنتصب على قمر «أوروبا» Europa - التابع للمشتري - شفرات جليدية بارتفاع 15 مترًا حول خط الاستواء؛ ما يشكل خطرًا هائلًا على البعثات المستقبلية إلى سطحه.

وأدّت صور «أوروبا»، الذي ربما يحوي محيطًا من المياه المالحة، إلى اعتقاد العلماء أن المركبة الأرضية يمكن أن تمس سطح القمر الثلجي، الذي يبدو أملس، لكن فريقًا بقيادة دانيال هوبلي، من جامعة كارديف في المملكة المتحدة، اشتبه في أن الجليد السطحي قد يتسامَى، أو يتحول من مادة صلبة إلى غاز، دون أن يذوب؛ ليشكل هياكل شبيهة بالأشواك، تُدعَى الأعمدة الثلجية المسننة (في الصورة أمثلة من تشيلي).

وتتشكل هذه الأشواك على الأرض عندما تنعكس أشعة الشمس المتدفقة باستمرار مرارًا وتكرارًا داخل حفر صغيرة في الثلج البارد الجاف. وتتسبب حرارة الشمس في تَسامِي الثلج من حواف الحفر وقيعانها. وتزداد الحُفَر اتساعًا وعمقًا، حتى تبقى حوافها فقط، في صورة شفرات جليدية مرتفعة.



وقَدّر الفريق معدلات التسامِي عبر قمر «أوروبا». وتشير النتائج إلى أن الأوضاع على خط الاستواء في «أوروبا» يمكن أن تحفِّز تكوين أعمدة ثلجية مسننة ضخمة، تفصلها 7 أمتار ونصف المتر.

***Nature Geosci*. http://doi.org/cvkg (2018)**



DPA PICTURE ALLIANCE/ALAMY



السلوك البشري

نوادي القمار تحفز روّادها بالصوت

يمكن للأضواء الوامضة، والموسيقى المبهجة لنوادي القمار أن تحفز روح المجازفة لدى الناس.

فقد طلبت كاثرين وينستانلي، وماريا تشيركاسوفا وزملاؤهما، بجامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر، من 131 متطوعًا لعب القمار بمكافآت مالية. وُضعت أمام المتطوعين شاشة تَعْرِض خيارين للفوز، مصحوبَين بالمبلغ المحتمَل الفوز به لكل منهما. عرض أحد الخيارين مبلغًا أكبر من الآخر، لكنّ احتمال الفوز به كان أقل. وعُرضت على نصف المشاركين صورة عملات ذهبية مع سماع صوت خشخشة العملات في كل مرة فازوا فيها، في حين لعب الآخرون في صمت، ودون رؤية أي صور.

وجد الباحثون أنه بالمقارنة مع المشاركين الذين لعبوا في هدوء، فإنّ أولئك الذين سمعوا الموسيقى، ورأوا صور النقود، كانوا أكثر ميلًا إلى تفضيل الخيار الأكثر مجازفة، وكانوا أقل رجحانًا للنظر إلى المعلومات المعروضة على الشاشة، التي تُظْهِر احتمال فوزهم. كما أفاد الفريق أيضًا بأنّ حدقات أعين المشاركين اتسعت أكثر عندما كانوا يلعبون هذه اللعبة "المحسَّنة"؛ ما يشير إلى أنهم كانوا يشعرون بإثارة أكبر من أولئك الذين يلعبون النسخة الأخرى المملة.

***J. Neurosci*. http://doi.org/cwkz (2018)**

أحداث

إعادة تسمية مؤتمر

قرر المجلس المسؤول عن إدارة أحد مؤتمرات تعلُّم الآلة التوقف عن استخدام الاسم المختصر الشائع للإشارة إلى المؤتمر - وهو «نيبس» NIPS - بعد خلاف استمر لفترة طويلة حول ما إذا كان الاسم مسيئًا، أم لا. ومن الآن فصاعدًا، سيشار إلى هذا المؤتمر السنوي - واسمه الكامل «أنظمة معالجة المعلومات العصبية» Neural Information Processing Systems - بالاسم الجديد المختصر «نيوريبس» NeurIPS، وتم تفعيل ذلك اعتبارًا من دورته التي بدأت في الثاني من ديسمبر في مونتريال بكندا. تأتي تلك الخطوة بعد مرور أشهر من تصاعد الضغوط، بسبب الاسم، والبيئة العدائية التي ذكرت بعض السيدات أنهن شعرن بها في فعاليات المؤتمر السابقة.

في شهر إبريل الماضي، نشر المؤتمر تغريدة من خلال حسابه الرسمي على موقع «تويتر»، قال فيها إن المجلس الإداري سينظر في تغيير الاسم، بعد أن وقَّع حوالي 120 أكاديميًّا من جامعة جونز هوبكينز في بالتيمور بولاية ميريلاند على خطاب، أشاروا فيه إلى "سلوك مخيب للآمال" شهدته فعاليات المؤتمر في عام 2017. وقال الخطاب إن "الاسم المختصر للمؤتمر يجعله عرضة لتَوْريات غير مرغوب فيها"، وأعطى أمثلة على ذلك؛ كتسمية إحدى الفعاليات غير الرسمية السابقة للمؤتمر باسم «تيتس» TITS.



DAVE WATTS/NATURE PICTURE LIBRARY

انطلاق مشروع جينومي عملاق

أُطلقَت في لندن جهود طموحة في الأول من نوفمبر الماضي، تهدف إلى وضع التسلسل الجينومي لكل كائن معقد يعيش على سطح الأرض.

يهدف مشروع «إيرث بايوجينوم» Earth BioGenome إلى فك رموز الجينومات الخاصة بحوالي 1.5 مليون نوع معروف من الحيوانات (في الصورة: صورة مُركبة لحيوان خلد الماء، أو «بلاتيبوس»)، والنباتات، والأوليات، والفطريات – أي حقيقيات النوى – على مدار العقد القادم، بتكلفة تُقدَّر بـ4.7 مليار دولار أمريكي. وكجزء من الجهود المبذولة، خصص العلماء في معهد وِيلْكَم سانجر في هينكستون بالمملكة المتحدة ما يصل إلى 50 مليون جنيه إسترليني (65 مليون دولار أمريكي) على مدار 8 سنوات؛ لوضع التسلسل الجينومي للأنواع حقيقيات النوى في المملكة المتحدة، التي يُعتَقَد أن عددها يبلغ حوالي 66 ألف نوع، في أحد أكبر التعهدات لهذه الجهود حتى الآن.

وفي الاجتماع الذي عُقد في لندن، تبادل المشاركون الآراء حول التوجيهات الإرشادية لجمع العينات، ووضع التسلسل، ومعالجة البيانات ومشاركتها.

سياسة

إطار عمل «بريكسيت»

اعتمد اجتماع زعماء الاتحاد الأوروبي - الذي انعقد في الخامس والعشرين من نوفمبر الماضي في بروكسل - إعلانًا بشأن علاقة الاتحاد الأوروبي بالمملكة المتحدة في المستقبل. تؤكد الوثيقة - التي تتألف من 26 صفحة، والتي اعتُبِرت رسميًّا بمثابة إطار عمل سوف يمثل حجر الأساس لاتفاق تجاري بعد انتهاء المرحلة الانتقالية في ديسمبر 2020 – على اعتزام بريطانيا إنهاء حرية التنقل عبر حدودها. وتتضمن الوثيقة تعهدًا من كلا الجانبين بالنظر في وضع إجراءات "للدخول والبقاء لأغراض محددة، مثل إجراء الأبحاث، والدراسة، والحصول على تدريب، وتنفيذ برامج تبادل الشباب".

وتعيد الوثيقة التأكيد على اعتزام المملكة المتحدة سداد الرسوم اللازمة لمشاركتها في برامج الاتحاد الأوروبي، المتعلقة بمجالات تتضمن العلوم والابتكارات. وتشير الوثيقة إلى أن المملكة المتحدة تهدف إلى أن تظل جزءًا من الائتلاف الأوروبي للبِنْية التحتية البحثية، الذي يتألف من شبكات بحثية، تستضيف المملكة المتحدة اثنتين منها حاليًّا، وأن تظل جزءًا من صندوق الدفاع الأوروبي، وهو مشروع أُسِّس في العام الماضي، وقد تصل ميزانيته البحثية السنوية إلى حوالي 500 مليون يورو (570 مليون دولار أمريكي)، بدءًا من عام 2022. وفي أثناء الاجتماع ذاته، صَدَّق زعماء الاتحاد الأوروبي على اتفاقية انسحاب، كانت قد نُشِرَت في الرابع عشر من نوفمبر الماضي، وهي اتفاقية تحدد الأحكام المتعلقة بخروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي.

منشآت

أكبر مصادم جسيمات

يعمل معهد بكين لفيزياء الطاقة العالية (IHEP) على تصميم أكبر مصادم جسيمات في العالم. إنّ هذا المِرفَق، الذي يبلغ محيطه 100 كيلومتر، سوف يجعل مصادم الهدرونات الكبير (LHC) - البالغ محيطه 27 كيلومترًا، والتابع لمختبر فيزياء الجسيمات الأوروبي "سيرن" CERN، الواقع بالقرب من جنيف بسويسرا - يبدو كالقزم. هذا المشروع الطموح – الذي تبلغ تكلفته 30 مليار يوان صيني (4.3 مليار دولار أمريكي)، والذي يُعرف باسم "مصادم الإلكترونات والبوزيترونات الدائري" – هو من بنات أفكار وانج يفانج، مدير معهد بكين لفيزياء الطاقة العالية. سينتج المصادم بوزونات هيجز عن طريق تصادم الإلكترونات بنظيراتها من جسيمات المادة المضادة "البوزيترونات". ولأنّ هذه الجسيمات هي جسيمات أولية، فإن اصطداماتها تتسم بأنها أنظف وأسهل فيما يتعلق بفك رموزها، مقارنةً باصطدامات البروتونات ببعضها البعض، التي يجريها مصادم الهدرونات الكبير. وبناءً عليه، فإن هذا المصادم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الصيني سوف يتيح للفيزيائيين – بمجرد افتتاحه في عام 2030 تقريبًا – دراسة هذا الجسيم الغامض، وطبيعة تحلله، بمستوى رائع من التفصيل. وقد وفَّرَت الحكومة الصينية التمويل المبدئي للمشروع، ولكن التصميم هو ثمرة تعاون دولي بين الفيزيائيين الذين يتطلعون إلى الحصول على تمويل دولي. وتكشِف المخططات التي نُشِرَت في الرابع عشر من نوفمبر الماضي أن المُصادِم سيعمل في دائرة تقع على عمق 100 متر تحت سطح الأرض في موقع لم يُحَدَّد بعد، وأنه سيحتوي على مِكشافَين.

سياسات

تفاصيل «الخطة إس»

قدمت مجموعة مؤلَّفة من 16 جهة مموِّلة للأبحاث العلمية تفاصيل خطتها الطموح التي تهدف إلى ضمان إتاحة نتائج الأبحاث التي تدعمها هذه الجهات، للاطلاع عليها بشكل فوري وبالمجان بحلول عام 2020. ومنذ إطلاق المبادرة المعروفة باسم «الخطة إس» Plan S في سبتمبر الماضي، انبرى العلماء في التفكير في الطريقة التي يمكن أن تؤثر بها الخطة على أبحاثهم. وقد عبَّر العديد من الناشرين أيضًا عن تحفظات شديدة لديهم تجاه الخطة المقترحة، وأبدوا تشككهم في السبب الحقيقي وراء استثناء الخطة لـ"الدوريات المختلطة"؛ تلك الدوريات التي تسمح للباحثين بإتاحة أبحاثهم للاطلاع عليها مجانًا،


ROBIN MORE/NG/GETTY

مقابل رسوم يدفعها هؤلاء الباحثون، وتُبقِي الاطلاع على الأبحاث الأخرى مرهونًا بدفع رسوم. والآن، أوضحت وثائق الخطة، التي صدرت في السادس والعشرين من نوفمبر الماضي، أن الباحثين سيُسمَح لهم بالنشر في الدوريات المختلطة، إذا كان بإمكانهم نشر المسودة المقبولة أو المقالة النهائية على أحد مستودعات الوصول المفتوح المعتمدة، بالتزامن مع وقت النشر، ولكنْ في هذه الحالات لن تدفع الجهة المموِّلة أجرًا مقابل النشر. أدرجت وثائق الخطة كذلك ثلاث طرق، يستطيع الباحثون من خلالها نشر الأبحاث التي تتفق مع الخطة، وهي: النشر في دورية أو منصة مفتوحة الوصول ومعتمَدة من جانب الجهات المموِّلة؛ أو الإدراج الفوري لنسخة من المسوَّدة التي قبلتها الدورية، أو المقالة النهائية المنشورة، على أحد مستودعات الوصول المفتوح المعتمدة؛ أو استخدام دورية مختلطة تهدف إلى أن تصبح فيما بعد حيزًا مفتوح الوصول بشكل كامل. وعبر هذه السبل الثلاثة كلها، لا بد أن تُنشر الأوراق البحثية برخصة حرة للمشاع الإبداعي مع نَسْب العمل إلى صاحبه (CC BY)، وهي الرخصة التي تتيح إعادة الاستخدام التجاري لنتائج الأوراق البحثية. ولا يُعَد نشر المقال على أحد خوادم نُسَخ ما قبل النشر أمرًا كافيًا في حد ذاته لتحقيق الامتثال لهذه القواعد.

إعادة فرض الحظر

أعلنت الحكومة الصينية، في الثاني عشر من نوفمبر الماضي، أنها أعادت مؤقتًا فرض حظر على استخدام أجزاء من أجسام حيواني وحيد القرن (في الصورة)، والنمر، لأغراض طبية. أعلن مجلس الوزراء في البلاد، في شهر أكتوبر الماضي، أنه سيقنن الاتجار في الأنواع المهددة بالانقراض ومنتجاتها الثانوية لأغراض طبية، ليرفع بذلك حظرًا دام خمسة وعشرين عامًا على هذه الممارسة. وقد تَسبَّب ذلك في احتجاج دعاة حفظ البيئة. وقال مسؤول بمجلس الدولة الصيني، يُدعى دينج زودونج، في تصريح له إن القرار "أُرجئ بعد الدراسة"، وإن الحكومة "لم تغير من موقفها تجاه حماية الحياة البرية".

يُعَد الاتجار غير المشروع بقرون حيوان وحيد القرن وعظام النمور مربحًا، إذ تُستخدم هذه الأجزاء أحيانًا في الأدوية الصينية التقليدية.

أبحاث

تجربة باركنسون

زُرِعت، للمرة الأولى، خلايا مُعادَة برمجتها داخل دماغ مريض مصاب بمرض باركنسون.

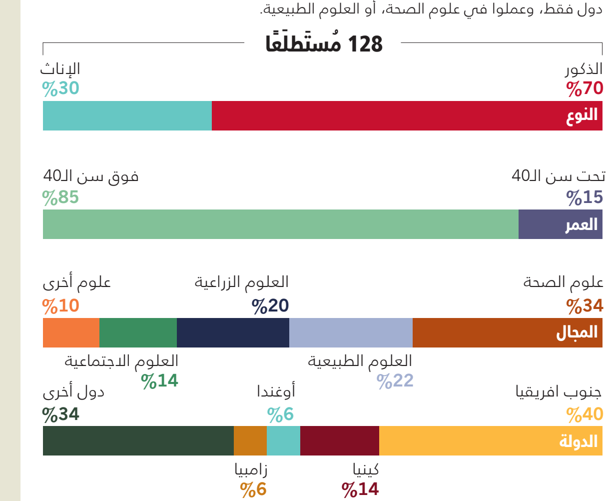
أعلن جراحو أعصاب يابانيون، في الأسبوع الماضي، أنهم ابتكروا علاجًا باستخدام الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات (iPS)؛ وهي خلايا يجري تطويرها عن طريق إعادة برمجة خلايا أنسجة الجسم، مثل الجلد، بحيث تعود إلى الحالة الشبيهة بالجنينية، ومنها يمكن التحول إلى أنواع أخرى من الخلايا.

حوَّل علماء بجامعة كيوتو خلايا جذعية محفزة متعددة القدرات إلى خلايا سالفة للخلايا العصبية التي تفرز الناقل العصبي الدوبامين. ويتسبب نقص هذه الخلايا العصبية في مرضى باركنسون في إصابتهم بارتعاشات وصعوبات في المشي.

زرع فريق بقيادة جراح الأعصاب تاكايوكي كيكوتشي، في شهر أكتوبر الماضي، بمستشفى جامعة كيوتو 2.4 مليون خلية سالفة للخلايا المنتِجة للدوبامين في 12 موقعًا في دماغ مريض في العِقد الخامس من عمره. يقول العلماء إنهم سيضعون المريض تحت الملاحظة لمدة ستة أشهر، وفي حال عدم ظهور أي مضاعفات عليه، سيزرعون 2.4 مليون خلية سالفة أخرى في دماغه. ويخطط الفريق لعلاج ستة مرضى آخرين مصابين بمرض باركنسون؛ لاختبار سلامة التقنية وفعاليتها، وذلك بحلول نهاية عام 2020. (وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/2ttrkb2).

مراقبة الاتجاهات

تمخض النظام البحثي في أفريقيا عن عدد قليل من العلماء المموَّلين على نحو جيد: فقد ذكر حوالي 2% فقط منهم، من بضع دول ومجالات حصولهم على أكثر من مليون دولار أمريكي في صورة مِنَح على مدار ثلاثة أعوام. ومن ناحية أخرى، لم يذكر نصف العلماء تقريبًا تلقِّيهم أي تمويل بحثي على الإطلاق. وجاء في تقرير نُشر في السادس من نوفمبر الماضي، بعنوان "الجيل القادم من العلماء في أفريقيا" The Next Generation of Scientists in Africa، أن العلماء الذين حصلوا على أفضل قدر من التمويل يعملون عادة في مجالات ودول تعتمد بشكل أساسي على التمويل من وكالات في أوروبا، والولايات المتحدة، والصين؛ وهي دول لا تزال تهيمن على التمويل البحثي في أفريقيا. يستند التقرير إلى دراسة دولية استمرت أربع سنوات، واشترك في تمويلها مؤسسة «روبرت بوش ستيفتانج» Robert Bosch Stiftung في ألمانيا، ومركز بحوث التنمية الدولية في أوتاوا بكندا. استطلع المؤلفون آراء 5700 باحث أفريقي في الفترة بين شهر مايو 2016، وفبراير 2017، وحللوا أوراقًا بحثية مدرَجة بقاعدة «ويب أوف ساينس» Web of Science، تضمنت باحثين من معاهد أفريقية، ونُشرت بين عامي 2005، و2016. وقد بلغ متوسط التمويل للباحثين خلال فترة الثلاثة أعوام قبل بدء الاستطلاع 5 آلاف دولار فقط، رغم ذكر 128 باحثًا تلقِّيهم أكثر من مليون دولار.



SOURCE: C. BEAUDRY ET AL. THE NEXT GENERATION OF SCIENTISTS IN AFRICA (AFRICAN MINDS, 2018).

أخبـــار في دائرة الضـوء



CHEN BIN/XINHUA VIA ZUMA

مسؤولة زراعية من ناميبيا تستمع لشرح حول تقنية لمكافحة التصحر في أحد المختبرات الصينية.

التنمية

العلم يستفيد من إنفاق سخي للصين في أفريقيا

منتقدون يعبِّرون عن قلقهم من أن تجعل هذه الاستثمارات البلدان الأفريقية معتمدة أكثر من اللازم على إحدى القوى الخارجية.

ديڤيد سيرانوسكي

ترغب الصين في تدريب الجيل القادم من العلماء في أفريقيا، ويتمثل هدفها النبيل في تحسين العلوم في القارة في مجالات تتنوع ما بين الزراعة، والتغير المناخي، حتى الفيزياء الكمية، والذكاء الاصطناعي.

والتدريب ليس سوى عنصرًا واحدًا ضمن خطة أكبر بكثير، اعتمدها القادة الصينيون والأفريقيون خلال القمة الثالثة لمنتدى التعاون الصيني الأفريقي، التي عُقدت في بكين في الثالث والرابع من سبتمبر الماضي. وقد تعهّد الرئيس الصيني شي جينبينج بتقديم 50 مليار دولار أمريكي في صورة منح وقروض لمشروعات البنية التحتية، والبرامج الطبية، ومبادرات الطاقة النظيفة، ومشروعات أخرى في أفريقيا. وسوف تستثمر الشركات الصينية 10 مليارات أخرى، لكن المبلغ المخصَّص لتدريب العلماء غير معروف.

غير أن بعض خبراء السياسات والعلماء ينتابهم القلق من أن تصبح الدول الأفريقية معتمِدة أكثر من اللازم على دول أخرى فيما يتعلق بتوفير التدريب. ويشكك آخرون فيما إذا كانت هذه المبادرات سوف تحسِّن حقًّا من مستوى العلوم في أفريقيا، لأن مشروعات مماثلة تم التخطيط لها في منتديات سابقة، ولم تحقق أي فوائد ملحوظة.

وقد تم الكشف عن القليل من التفاصيل حول الكيفية التي سيتم من خلالها توزيع الأموال بين البلدان. تقول لينا بن عبد الله، التي تدرس السياسة الخارجية الصينية في أفريقيا بجامعة ويك فوريست في وينستون-سالم بولاية نورث كارولينا، إن تقسيم الأموال من المرجح أن يكون محطّ جدل. وتضيف قائلة: "سيكون منوطًا بالقادة الأفريقيين، ◄

والنُّخَب السياسية، وساكني دوائرهم الانتخابية أن يضغطوا من أجل تنفيذ برامج معينة".

ويُعتبر التدريب أحد ركائز الخطة الجديدة؛ فالصين ستقدم خمسين ألف منحة دراسية للأفريقيين – ومنهم العلماء – للدراسة في الصين، وسوف توفر فرصًا للتدريب قصير المدى لخمسين ألفًا آخرين؛ ليتمكنوا من السفر؛ لحضور الحلقات الدراسية وورشات العمل.

كما تقدم خطة العمل منحًا دراسية لتدريب طلاب الدراسات العليا في الصين، وفي مؤسسات أفريقية، مثل مركز بحوث سينو-أفريكا المشترك في جامعة جومو كينياتا للزراعة والتكنولوجيا في جوجا بكينيا. يتعاون هذا المركز - الذي افتُتِح في عام 2013 - مع حديقة ووهان للنباتات في الصين، وقد أنتج العشرات من الأوراق البحثية في عدد من المجالات، من بينها التنوع الحيوي، ومراقبة التغير المناخي.

ستدعم الصين أيضًا إقامة توسعات كبيرة في جامعة الصحة والعلوم ذات الصلة، وهي مؤسسة حديثة للتدريب على الطب الحيوي، تقع في مدينة هو في غانا، وسبق أن تلقَّت 20 مليون دولار من الصين في عام 2015.

يقول تومي كاريكاري، وهو باحث في علم الأعصاب من غانا، ويعمل في جامعة جوثنبرج في السويد: "إن تطوير مهارات أبناء البلد محليًّا أمر بالغ الأهمية لمستقبل العلوم في أفريقيا". ويتابع كاريكاري قائلًا إن الخطة الأخيرة سوف تزيد بشكل هائل من فرص تدريب العلماء الأفريقيين.

ويشير كاريكاري إلى ضرورة توافر المنح الدراسية وجهات التدريب المحلية؛ لضمان بقاء بعض الباحثين في أفريقيا. ويتابع كاريكاري قائلًا إن العديد من الأشخاص يتدربون حاليًّا في الخارج، بسبب نقص فرص التدريب في القارة، ويضيف: "إنه أمر مكلف، والعديد من المستفيدين لا يعودون إلى أوطانهم، وهذا يؤثر على ثلة العلماء المدربين في أفريقيا".

وتوضح لينا بن عبد الله أن القمة ركزت تحديدًا على طرق لدمج العلماء الأفريقيين في برنامج "الدبلوماسية العالمية"، الخاص بالصين، والمسمى بـ«مبادرة الحزام والطريق». فعلى سبيل المثال، تشجع الخطة الباحثين في أفريقيا على الالتحاق بـ«برنامج تبادل العلماء الشباب»، وهو برنامج يغطي تكاليف دراسة العلماء في الصين لمدة تصل إلى عام.

"إنّ تطوير مهارات أبناء البلد محليًا أمر بالغ الأهمية لمستقبل العلوم في أفريقيا".

كما وعدت الصين بمساعدة البلدان على تطوير تطبيقات عملية للفيزياء الكمية، والذكاء الاصطناعي، لكن لينا بن عبد الله تقول إن هناك مخاطرة تتمثل في أن البلدان الأفريقية قد تصبح معتمِدة أكثر من اللازم على دول أخرى فيما يتعلق بتوفير التدريب والمهارات، وإنه لا بد أن تكون البلدان الأفريقية منتجة للعلوم والتكنولوجيا، وليست مستهلكة لها فحسب.

وإلى جانب هذا، تعيد الخطة التأكيد على التزام الصين المستمر منذ عقود بالمساعدة في تحسين العلوم، والممارسات الزراعية، وحماية البيئة في أفريقيا. ويصف المحللون هذا الاستثمار بأنه مزيج من السعي لجَنْي الأرباح، وتقديم الأعمال الخيرية، وتحقيق الأمن الغذائي، حيث إن الصين تسعى للحصول على حبوب وبذور زيتية، يمكنها استجلابها إلى أراضيها.

وتدعو الخطة إلى إنشاء مراكز جديدة للبحوث المشتركة في القضايا البيئية والعلوم الجيولوجية، غير أن أماكن هذه المراكز لم يُعلن عنها بعد. وسوف تركِّز برامج أخرى على حماية التنوع الحيوي، ومكافحة التغير المناخي والتصحر. كما سيتم إرسال 500 خبير من كبار خبراء الزراعة في الصين إلى أفريقيا؛ للمساعدة في تحديث الممارسات الزراعية.

لكنّ آديمولا آدينل، الذي يدرس التنمية المستدامة في جامعة ولاية كولورادو في فورت كولينز، تساوره الشكوك بشأن نوايا الصين، ويقول إن مراكز تطوير التقنيات الزراعية التي تم إنشاؤها في أفريقيا منذ عام 2006 بتمويل من الحكومة الصينية، والتي يزيد عددها عن 20 مركزًا، لم يَنْتُج عنها إلا القدر اليسير من المعرفة. ويضيف آدينل قائلًا إن هذه المراكز تفتقر إلى الشفافية، وتعمل بشكل أساسي كمراكز تمثِّل المصالح التجارية للصين. وثمة تقارير تفيد بأنّ أحد تلك المراكز يبيع المعدات الزراعية، ومسحوق فطر عيش الغراب، وفطر عيش الغراب المجفف للسكان المحليين.

ويوضح آدينل قائلًا: "منذ انطلاق هذه المبادرة، لم ينمُ إلى علمي أي إنجاز مهم في مجال البحوث والتنمية الزراعية، أو أي نوع من الابتكارات التي يمكنها أن تغيِّر وجه التنمية الزراعية".

وجدير بالذكر أن وزارة الزراعة الصينية لم تجب على أسئلة دورية *Nature* حول مراكز التقنيات الزراعية قبل الموعد الذي حددته الدورية للحصول على إجابات.

ويأمل آدينل أن يتمخّض المنتدى عن توفير تدريب لعلماء الزراعة، بهدف تحسين أساليب الزراعة المحلية، ولكنْ – حسب قول آدينل – إذا اقتصر دور هذه المبادرات على توفير المزيد من الصلاحيات للصين، تمكِّنها من الموارد الطبيعية في أفريقيا، فإنّ هذا ينذر بمأساة قد تحيق بالقارة.

ولكي تتمكن الاستثمارات الصينية من مساعدة الأفريقيين على تسخير العلوم والتكنولوجيا، ستكون هناك حاجة إلى المزيد من النقاش المجتمعي حول الاتفاقات التجارية، والصفقات السياسية في أثناء السعي إلى إبرامها. يقول آدينل: "لاشك أن الصين استثمرت الكثير من الأموال في أفريقيا، لكننا نحتاج إلى المزيد من الشفافية". ■

الاحترار العالمي

العد التنازلي للعمل المناخي

اللجنة الحكومية الدولية للتغيرات المناخية (IPCC) ترى بصيص أمل لتجنب أسوأ تأثيرات الاحترار العالمي.

جيف توليفسون

وصفت اللجنة الحكومية الدولية للتغيرات المناخية (IPCC) هدف وضع حد للاحْتِرار العالمي لا يتجاوز 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل عصر الصناعة بأنه مهمة جبارة، تنطوي على تغييرات سريعة وجذرية في كيفية عمل الحكومات، والقطاعات الصناعية، والمجتمعات. وبالرغم من ارتفاع درجة حرارة العالم بمقدار درجة مئوية واحدة بالفعل، لا يزال أمام البشر من 10 إلى 30 سنة - أكثر مما كان يعتقده العلماء في السابق - للإقلاع فيها عن عاداتهم المتعلقة بانبعاثات الكربون.

ومن أجل تحقيق هذا الهدف، سيتعين على العالَم الحدّ من انبعاثاته الكربونية بنسبة لا تقل عن 49% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات عام 2017، وبعد ذلك تحقيق تعادل الأثر الكربوني بحلول عام 2050، وفقًا لما ورد في ملخص أحدث تقرير للجنة الحكومية الدولية للتغييرات المناخية، الصادر في الثامن من أكتوبر الماضي. ويستند التقرير إلى الأبحاث التي أجريت منذ أن كشفت الدول النقاب عن اتفاق باريس للمناخ في عام 2015، الذي يسعى إلى كبح انبعاثات غازات الدفيئة، والحدّ من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى ما بين 1.5 إلى درجتين مئويتين.

إن العالم في طريقه إلى أن يشهد ارتفاع الاحترار بحوالي 3 درجات بحلول نهاية القرن، إنْ لم يخفِّض بقَدْر كبير من انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن لارتفاع درجة الحرارة العالمية أن تتعدَّى 1.5 درجة مئوية فيما بين عامي 2030، و2052، إنْ استمر الاحترار العالمي بمعدله الحالي.

ويقول التقرير إن العلماء "يثقون بدرجة عالية" في أن 1.5 درجة مئوية من الاحترار من شأنها أن تؤدي إلى عدد أكبر من موجات الحرارة الشديدة على اليابسة، وبخاصةٍ في المناطق المدارية. ويثقون "بدرجة متوسطة" في أنه سوف يكون هناك المزيد من العواصف الشديدة في مناطق معينة، مثل الأقاليم عالية الارتفاع، وشرق آسيا، وشرقي أمريكا الشمالية.

وسوف يكون خطر ذلك الطقس القاسي أعظم، حال وصول الاحترار في العالم إلى درجتين مئويتين، إذ يمكن لدرجات الحرارة أن ترتفع في الأيام شديدة الحرارة عند مناطق خطوط العرض الوسطى بمقدار ثلاث درجات مئوية عند مستوى 1.5 درجة مئوية من الاِحْتِرَار العالمي، أو بمقدار 4 درجات مئوية عند درجتين مئويتين من الاحْتِرار العالمي.

إنّ ارتفاع مستويات الاحْتِرار بمعدل درجتين قد يدمر النظم البيئية في حوالي 13% من مساحة اليابسة في العالم؛ مما يزيد من خطر انقراض العديد من الحشرات، والنباتات، والحيوانات. ومن شأن ثبات الاحترار عند 1.5 درجة مئوية أن يُخَفِّض ذلك الخطر إلى النصف.

قد يتعرض القطب الشمالي لفصول صيف بدون جليد مرةً واحدةً كل عقد أو عقدين عند مستوى درجتين مئويتين من الاحترار العالمي، مقابل مرة واحدة في كل قرن عند مستوى 1.5 درجة مئوية. وسوف توشك الشعاب المرجانية على الاختفاءتمامًا عند مستوى درجتين مئويتين من الاحترار، فيما سينجو ما نسبته 10 إلى 30% فقط من الشعاب المرجانية الحالية عند مستوى 1.5 درجة مئوية.

ويقول أوف هوج جولدبرج - مدير معهد التغير العالمي بجامعة كوينزلاند في سانت لوسيا بأستراليا - إنه بدون اتخاذ إجراء حازم، قد يصبح العالَم مكانًا يكاد يستحيل


NASA/EYEVINE

لن تكون الأنهار الجليدية ولا الجليد البحري بأمانٍ في عالَمٍ يشهد ارتفاعًا في الاحترار العالمي بمقدار درجتين مئويتين أعلى من مستويات ما قبل عصر الصناعة.

على معظم الناس العيش فيه. ويضيف قائلًا: " علينا أن نصحح هذا الوضع، بينما نمضي نحو نهاية القرن".

حلم مستحيل

وبالنظر إلى أن الالتزامات الوطنية الحالية بشأن انبعاثات غازات الدفيئة تبدو قاصرة كل القصور عن تحقيق الأهداف المنصوص عليها في اتفاق باريس للمناخ، فقد رأى العديد من العلماء أن بلوغ حتى هدف الحد من الاحترار إلى مستوى درجتين مئويتين، هو أمر يكاد يكون مستحيلًا، غير أن تقرير اللجنة الحكومية الدولية للتغيرات المناخية تجاهل المسائل المتعلقة بالجدوى، وركَّز - بدلاً من ذلك - على تحديد ما يلزم الحكومات والشركات والأفراد أن تفعله للوصول إلى هدف كبح الاحترار عند مستوى 1.5 درجة مئوية.

وتشمل التدابير زيادة إحلال أنظمة الطاقة المتجددة، مثل طاقة الرياح، والطاقة الشمسية لتوفير من 70 إلى 85% من الكهرباء في العالم بحلول عام 2050، وتوسيع رقعة الغابات؛ لزيادة قدرتها على سحب ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

يشير معظم السيناريوهات الواردة في التقرير إلى أن العالم سوف يظل بحاجة إلى استخلاص كميات هائلة من الكربون من الغلاف الجوي، وضَخّها إلى باطن الأرض، في النصف الأخير من هذا القرن. ولا تزال التكنولوجيا اللازمة للقيام بذلك في المراحل الأولى من التطوير. ويقول العديد من الباحثين إنه قد يكون من الصعب تطويرها للاستخدام على نطاق عالمي.

وتتعلق الخيارات الأخرى المقترَحة بتغيير الأنماط الحياتية، مثل: تناول كميات أقل من اللحوم، والإكثار من ركوب الدراجات الهوائية، والتقليل من السفر بالطائرات. كما خاض التقرير في مسائل ملتبِسة تتعلق بالأخلاق والقيم، مشددًا على ضرورة معالجة الحكومات لمسألة تغير المناخ والتنمية المستدامة بالتوازي، أو المخاطرة بتفاقم الفقر وعدم المساواة.

"بدون اتخاذ إجراء حازم، قد يصبح العالَم مكانًا يكاد يستحيل على معظم الناس العيش فيه".

ويتضمن تقرير اللجنة الحكومية الدولية للتغيرات المناخية أبحاثًا حديثة تشير إلى أن كمية الكربون التي يمكن للبشرية أن تُصْدِرها مع الحدّ من الاحترار عند 1.5 درجة مئوية، قد تكون أكبر مما كان يُعْتَقَد. وقَدَّر التقييم السابق للجنة، الذي صدر في عام 2014، أن الاحترار العالمي سوف يتجاوز 1.5 درجة مئوية بحلول أوائل عام 2020 بالمعدل الحالي للانبعاثات. ويمدّد آخِر التقارير ذلك الإطار الزمني إلى عام 2030، أو عام 2040، على أساس الدراسات التي عدلت تقدير الاحترار الذي حدث بالفعل (R. J. Millar *et al*. *Nature Geosci*. **10**, 741–747; 2017).

ويقول مايلز آلن، عالِم المناخ في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، وأحد المعدِّين الرئيسيين للتقرير: "سيتعين علينا بنهاية القرن إزالة كل طن إضافي من الكربون نلقي به في الغلاف الجوي اليوم".

ويضيف قائلًا: "أعتقد أننا بحاجة إلى بدء نقاش حول مَن سيدفع ثمن ذلك، وما إذا كان من الصواب أن تتمتع صناعة الوقود الأحفوري وعملاؤها بالمزايا اليوم، ويتوقعون أن يسدد الجيل التالي تكاليف تنظيفها".

إنّ العلماء ليس لديهم سوى "ثقة متوسطة" في ميزانيات الكربون المعدّلة، كما يقول توماس ستوكر، عالِم المناخ في جامعة بيرن. وأشار إلى أن الباحثين سوف يقدمون نظرة أكثر شمولية على الأرقام في التقييم الكامل المقبل بشأن المناخ، الذي من المقرر إصداره في عام 2021.

في هذه الأثناء، قد ترسل ميزانية الكربون الأحدث والأكبر حجمًا برسالة خاطئة إلى واضعي السياسات، حسبما يقول أوليفر جيدن، عالِم الاجتماع، والزميل الزائر في معهد ماكس بلانك للأرصاد الجوية في هامبورج، بألمانيا، إذ يخشى من أنْ يقلِّل تقرير اللجنة الحكومية الدولية للتغيرات المناخية من شأن صعوبة تحقيق هدف الحد من الاحترار العالمي عند 1.5 درجة مئوية. ويقول: "دائمًا ما تشير عقارب الساعة إلى خمس دقائق قبل منتصف الليل، وتلك مسألة تنطوي على إشكالية كبيرة.". ويضيف: "يعتاد واضعو السياسات على الأمر، ويظنون أن ثمة مَخرجًا دائمًا".■

علم الوراثة

التعلُّم العميق يرصد الانتخاب الطبيعي أثناء حدوثه

العلماء يستعينون بالذكاء الاصطناعي في البحث عن التسلسلات الجينية التي شكَّلها التطور.

إيمي ماكسمِن

إن تحديد موضع تطور الجينوم البشري وكيفيته إنما هو بمثابة البحث عن إبرة في كومة من القش. يحتوي جينوم كل إنسان على ثلاثة مليارات وحدة بناء تسمَّى نيوكليوتيدات، ويتعين على العلماء جمع البيانات من آلاف الأشخاص؛ لاكتشاف الأنماط الدالة على كيفية تشكُّل الجينات بفعل الضغوط التطورية.

وفي مسعاهم لإيجاد تلك الأنماط، يتجه عدد متزايد من علماء الوراثة إلى شكلٍ مِن تعلُّم الآلة يسمَّى «التعلُّم العميق». يذهب أنصار هذا النهج إلى أن خوارزميات التعلم العميق تضم عددًا أقل من الافتراضات الصريحة بشأن ما ينبغي أن تبدو عليه البصمات الوراثية للانتخاب الطبيعي، مقارنةً بالأساليب الإحصائية التقليدية.

وفي هذا الصدد، علَّق أندرو كيرن - عالِم وراثيات المجموعات السكانية في جامعة أوريجون بمدينة يوجين - قائلًا: "يتولى تعلُّم الآلة تحويل القدرة على إجراء استدلالات تطورية إلى عملية آلية، ما يدفع - بلا شك - العجلة البحثية قدمًا".

حددت أداة للتعلم العميق تسمَّى «ديب سويب» DeepSweep، كان قد طوَّرها باحثون في معهد «برود»، التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وجامعة هارفارد في كامبريدج بولاية ماساتشوستس، 20 ألف نيوكليوتيد مفرد؛ من أجل إخضاعهم لمزيد من الدراسة. وعلى هامش اللقاء السنوي للجمعية الأمريكية لعلم الوراثة البشرية، الذي انعقد في سان دييجو بكاليفورنيا في شهر أكتوبر الماضي، ذكر باحثون أن تلك الطفرات البسيطة ربما تكون قد ساعدت البشر على النجاة من الأمراض، أو من موجات الجفاف، أو مما سماه تشارلز داروين "الظروف الحياتية".

وضع علماء الوراثة - منذ سبعينيات القرن الماضي - نماذج رياضية؛ لتوصيف بصمة الانتخاب الطبيعي للحمض النووي. وفي حال ظهور طفرة مكَّنَت الشخص من البقاء والتكاثر بصورة أفضل من أقرانه، سوف تزداد بمرور الزمن نسبة السكان الحاملين لذلك المتغير الجيني.

ومن الأمثلة على ذلك، تلك الطفرة التي تَمنح كثيرًا من البالغين القدرة على تناول حليب البقر، إذ تمكِّن الجسم من إنتاج اللاكتيز، وهو إنزيم يعمل على هضم السكر الموجود في الحليب، إلى ما بعد سن البلوغ. ومن خلال تحليل الجينومات البشرية باستخدام أساليب إحصائية، اكتشف الباحثون أن الطفرة انتشرت سريعًا في أنحاء أوروبا قبل آلاف السنين، ويُفترَض أن سبب ذلك يكمن في كون العناصر الغذائية في حليب البقر قد ساعدت البشر على إنجاب أطفال أصحاء[1]. ونجد اليوم أن ما يقرب من 80 في المائة من الأشخاص ذوي الأصول الأوروبية يحملون هذا المتغير الجيني.

ومع ذلك، عانى علماء الوراثة في تحديد قصاصات أخرى محددة من الجينوم انتشرت عبر المجموعات السكانية، والتحقق منها، نظرًا إلى ما منحتهم إياه من ميزة تكيفية.

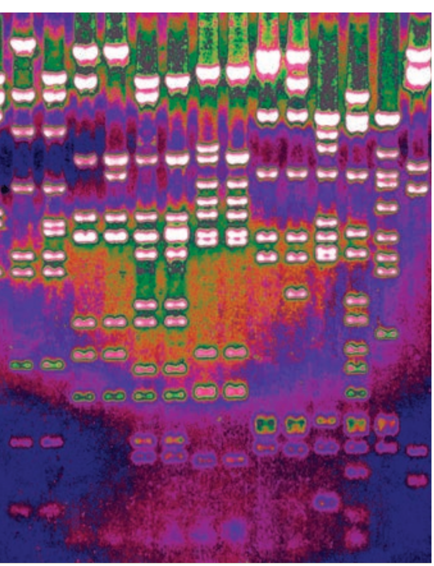
وهذا النوع من المهام هو ما يتفوق فيه التعلم العميق: اكتشاف الأنماط الخفية في كميات كبيرة من البيانات.

غير أن عقبة غير متوقعة قد ظهرت؛ فغالبًا ما تتعلم خوارزميات التعلم العميق تصنيف المعلومات بعد إخضاعها للتدريب، من خلال تعرُّضها لبيانات حقيقية، فموقع «فيسبوك»، مثلًا، يجهز الخوارزميات للتعرف على الوجوه باستخدام صور سبق أن صَنَّفها الناس من قبل. وحيث إن علماء الوراثة لم يتمكنوا بعد من تحديد أيّ من أجزاء الجينوم تتشكل بفعل الانتخاب الطبيعي، فيتعين عليهم تدريب خوارزمياتهم على بيانات محاكاة.

ولإنتاج بيانات المحاكاة تلك، يجب على الباحثين تخيُّل الشكل الذي تبدو عليه بصمة الانتخاب الطبيعي، حسبما أشارت سوهيني راماشاندران، عالمة وراثيات المجموعات السكانية بجامعة براون في بروفيدنس بولاية رود آيلاند. وهي تضيف قائلة: "لا نملك بيانات تجريبية واقعية. ولذا، فإن القلق يكمن في كوننا ربما لا نُجْري محاكاة صحيحة".

وحيث إنّ خوارزميات التعلم العميق تشبه في عملها الصناديق السوداء، فمن الصعب معرفة المعايير التي تستخدمها لتحديد الأنماط القائمة في البيانات، حسب قول فيليب ميسر، عالِم وراثيات المجموعات السكانية في جامعة كورنيل بمدينة إيثاكا في نيويورك. ويضيف: "لو كانت المحاكاة خاطئة، فلن يكون واضحًا ما تعنيه الاستجابة المترتبة عليها".

هذا، ويحاول الباحثون الذين يستخدمون خوارزميات التعلم العميق التسلل إلى ذلك الصندوق الأسود؛ للكشف عن خباياه. وقد أَقدَم مخترعو «ديب سويب» على تدريب الخوارزمية على بصمات الانتخاب الطبيعي التي أدخلوها إلى الجينومات المحاكاة. وعند تجريبها على جينومات حقيقية، أشارت الخوارزمية إلى الطفرات التي تمكِّن البالغين من تناول الحليب، وهو ما دعَّم ثقة



أجزاء من الحمض النووي جرى فصْلها لأغراض التحليل.

الفريق في الأداة، حسب تعبير جوزيف فيتي، عالِم الوراثة الحاسوبية في معهد «برود»، وأحد المساعدين في تطوير «ديب سويب».

انتقل الباحثون بعدها إلى الفحص الدقيق للبيانات المستقاة من مشروع الألف جينوم (1000 Genomes Project) - وهي مبادرة لوضع تسلسل الحمض النووي لعدد 2,504 أشخاص حول العالم - مستعينين بأسلوب إحصائي، وذلك في محاولة لتحديد المناطق التي ربما تشهد ضغوطًا تطورية. وعند دراسة «ديب سويب» لتلك المناطق بمزيد من التمعن؛ أنتجت قائمة من 20 ألف طفرة مفردة، يلزم استكشافها.

ومن المقرر أن يبحث فيتي وزملاؤه - خلال الأشهر المقبلة - ما تقوم به تلك الطفرات، وذلك بتحريرها في الحمض النووي لخلايا حية، من أجل مقارنة ما يحدث عند وجود تلك الطفرات بما يحدث عند غيابها.

ويقوم العديد من الباحثين الآخرين حاليًّا بتدريب خوارزميات التعلم العميق على البحث عن إشارات دالة على التكيف في الجينومات. ويشير نموذج للتعلم العميق، كان قد طوره كيرن، إلى أن أغلب الطفرات التي تحدث في البشر لا تكون في بدايتها نافعة، ولا ضارة[2]، بل تسري فيما يبدو في المجموعات السكانية، مما يزيد من التفاوت الجيني الطبيعي، ولا تصبح أكثر تواترًا، إلا مع حدوث تغيُّر في البيئة، يمنح أصحاب طفرة معينة ميزة تطورية.

في فبراير الماضي، استعرضت[3] راماشاندران وزملاؤها خوارزمية، كانوا قد ابتكروها للتعلم العميق، أطلقوا عليها اسم SWIF(r). وحينما طبّقوها على جينومات 45 عضوًا من أعضاء المجموعة العرقية «خوماني سان» في أفريقيا الجنوبية، أبرزت الخوارزمية متغايرات قرب الجينات المرتبطة بعملية الاستقلاب. ويفترض الباحثون أن تلك التغيرات ربما طرأت قبل آلاف السنين، وساعدت أعضاء تلك المجموعة على تخزين الدهون في أوقات شح الطعام.

ولا تزال هناك حاجة إلى اختبار تأثيرات الطفرات، وإنْ كان المرشحون الذين أبرزتهم خوارزمية SWIF(r) يمنحون العلماء نقطة ينطلقون منها في أبحاثهم، تمامًا مثل ما حققته المتغايرات التي رصدتها أداة «ديب سويب».

ومن جانبها، تقول بارديس سابيتي، عالمة الوراثيات الحاسوبية في معهد «برود»، والمشرفة على بحوث الدكتوراة الخاصة بفيتي: "إنها طرق ذات فاعلية مدهشة في البحث عن الإشارات الدالة على الانتخاب الطبيعي. وحين بدأتُ عملي، لم يكن البعض يعتقد أن بإمكانك تحديد المتغايرات، بل إن البعض رأى ذلك مستحيلًا". ■

1. Itan, Y. *et al. PLoS Comput. Biol.* **5**, e1000491 (2009).
2. Schrider, D. R. & Kern, A. D. *Mol. Biol. Evol.* **34**, 1863–1877 (2017).
3. Sugden, L. A. *et al. Nature Commun.* **9**, 703 (2018).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فضاء

مِسبارا عطارد يبدآن رحلة السبعة أعوام

«بيبي كولومبو».. مهمة أوروبية يابانية مشتركة، وهي المهمة الثانية فقط التي تتوجه نحو الكوكب.

دافيديه كاستيلفيكي

منتصف شهر أكتوبر الماضي، تم تجهيز صاروخ أوروبي؛ لإطلاق المهمة الأكثر صعوبةً على الإطلاق إلى كوكب عطارد، شقيق الأرض في المجموعة الشمسية، الذي كان مهمَلًا في الماضي. تُعَد هذه الرحلة الاستكشافية - التي تكلفت 1.6 مليار يورو (1.85 مليار دولار أمريكي)، وتحمل مركبتين مداريتين آليتين - من بين المهمات الأعلى تكلفةً التي قامت بها وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) حتى الآن، وتشمل أكبر إسهام يابانيّ في تعاون دوليّ في الفضاء.

وقد أقلعت مركبة الفضاء «بيبي كولومبو» BepiColombo في الساعات المتأخرة من يوم 19 أكتوبر - حسب الجدول الزمني الموضوع - من ميناء كورو الفضائي في جويانا الفرنسية، فوق مركبة حمل ثقيل من طراز «أريان 5» Ariane 5، للانطلاق في رحلةٍ طولها سبع سنوات إلى كوكب عطارد. ومن المفترض عند وصولها إلى هناك أنْ تطلِق مسبارين في مدار الكوكب، هما: مركبة عطارد المدارية (MPO)، التي قامت ببنائها وكالة الفضاء الأوروبية، والمركبة المدارية للغلاف المغناطيسي لعطارد، التي أُطلق عليها اسم MIO، وقامت ببنائها وكالة استكشاف الفضاء اليابانية «جاكسا» JAXA.

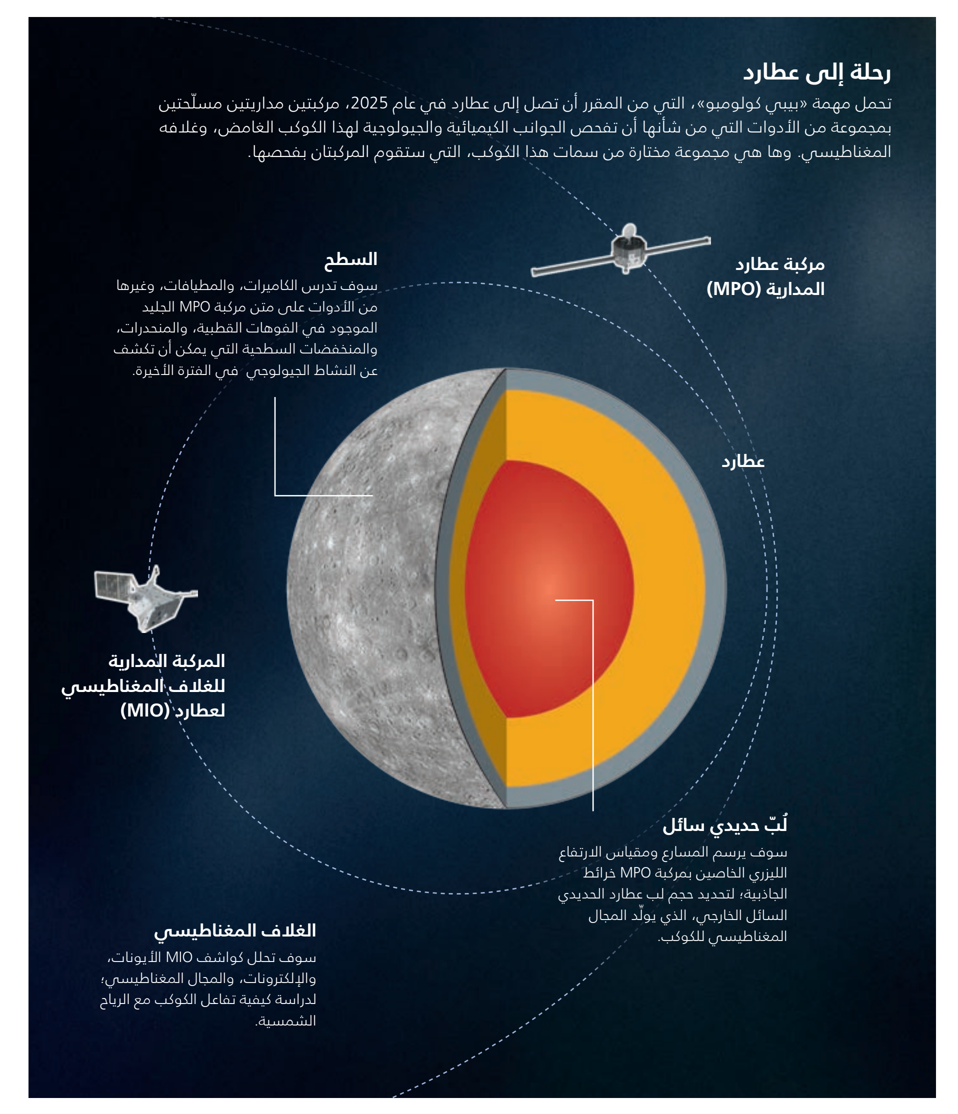
وسوف تستكشِف المركبتان الجوانب الغامضة من هذا الكوكب الأصغر في المجموعة الشمسية (انظر: "رحلة إلى عطارد"). ولطالما اعتُقِد أن عطارد مكان ساكن وممل، لكن في الأعوام الأخيرة كشف عن مفاجآت عديدة، بدءًا من مجاله المغناطيسي غير المعتاد، إلى رواسب المياه الجليدية في بعض فوهاته.

ظهر تصور مركبة «بيبي كولومبو» للمرة الأولى في التسعينيات، وقد مرت بمراحل تطوير طويلة ومعقدة، بحسب قول يوهانس بنخوف، كبير علماء المشروع، وعالِم فيزياء الكواكب في وكالة الفضاء الأوروبية في نوردفيك بهولندا. "إنها لحظة عظيمة"، كما يقول بنخوف، الذي استمر في العمل على «بيبي كولومبو» لما يقرب من 15 عامًا. ويضيف قائلًا: "الآن ستصبح حقيقة".

يقع كوكب عطارد في عمق بئر جاذبية الشمس، ما يجعل الوصول إليه صعبًا؛ إذ تضطر المركبة الفضائية إلى فقدان معظم الزخم الذي تكتسبه من الحركة المدارية للأرض، كي تتمكن من السقوط نحو الشمس، لكنْ عليها أيضًا ألا تتجاوز الهدف. ونتيجة لهذا.. يَستهلك السفر إلى عطارد كمية من الطاقة تفوق بثماني مرات طاقة السفر إلى المريخ، كما تتطلب وقتًا أكثر بكثير. وسوف تستخدم «بيبي كولومبو» منظومات دفع أيونية متقدمة، تعمل بالطاقة الشمسية، ومصحوبة بمساعدات جاذبية من مجموع تسعة مسارات تحليق قريبة من الأرض، والزهرة، وعطارد ذاته.

وإضافة إلى ذلك.. يكون ضوء الشمس أشد عشر مرات عند عطارد منه في الفضاء الخارجي قرب الأرض، وتصل درجات حرارة سطح الكوكب الخالي تقريبًا من أي غلاف جوي إلى 400 درجة مئوية. وقد جعلت كل هذه العوامل عطارد الكوكب الأقل استكشافًا من بين الكواكب الأربعة الداخلية للمجموعة الشمسية.. فالمسبار الآخر الوحيد الذي دخل مداره من قبل كان «مسنجر» MESSENGER، التابع لوكالة ناسا، والذي درس الكوكب في الفترة من عام 2011 إلى 2015. وقد قام مسبار فضائي أقدم تابع لوكالة ناسا، هو «مارينر 10» Mariner 10، بعدة رحلات منخفضة بالقرب من عطارد في عام 1974، دون دخول مداره.

وقد سُميت المهمة الجديدة على اسم جوزيبي "بيبي" كولومبو، العالِم الإيطالي الراحل، الذي دَرَس كوكب عطارد، ووضع تصورًا لمسار مساعد الجاذبية الخاص بمسبار «مارينر 10». وسوف تكون لمركبتَي MPO، وMIO أولوياتهما العلمية الخاصة، إذ سوف تركز MIO على البيئة حول عطارد، وبالأخص المجال المغناطيسي، وتفاعله مع الرياح الشمسية. أما مركبة MPO، فسوف تعمل بصورة رئيسة على مسح ورسم خرائط لسطح الكوكب، باستخدام أدوات يمكنها تحليل معظم الطيف الكهرومغناطيسي، بالإضافة إلى النيوترونات التي يمكنها الكشف عن التركيب الكيميائي لقشرة الكوكب. وسوف تدرس أيضًا مجال الجاذبية، ومن خلاله.. اللب الحديدي الكبير بشكل غير معتاد للكوكب، وتختبر بعض التنبؤات الدقيقة



SOURCE: ESA

لنظرية النسبية العامة لألبرت أينشتاين.

فرص كبيرة

"إن الشيء المثير حقًّا حول MPO هو ارتفاعها المداري المنخفض"، كما تقول نانسي شابوت، عالمة الكواكب بمختبر الفيزياء التطبيقية في جامعة جونز هوبكينز في لوريل بولاية ميريلاند، التي كانت من كبار علماء مهمة «مسنجر». وسوف يتيح هذا لمركبة MPO رسم خرائط للسطح بالكامل باستبانة عالية. كما قد تتعرف على الفوهة، البالغ عرضها 16 مترًا، التي صنعها مسبار «مسنجر» عند سقوطه على سطح الكوكب في نهاية مهمته؛ مخلفًا - على الأرجح - طبقات مثيرة ومكشوفة من الصخور، كما تقول شابوت.

وقد وجدت شابوت وزملاؤها أدلة دامغة على وجود ترسبات جليدية في المناطق أبدية الظلال من بعض الفوهات بالقرب من القطب الشمالي. وقد يحفز المزيد من الدراسات لتلك الفوهات - بما في ذلك بعض تلك التي قد توجد عند القطب الجنوبي - التخطيط لمهمة مستقبلية، مع إمكانية اصطحابها إلى مركبة فضائية. تقول شابوت، وهي جزء من مجموعة عمل سوف تحاول إثبات الجدوى العلمية لمهمة كهذه: "إن الهبوط إلى السطح هو الخطوة التالية".

وفي الوقت نفسه، سوف تستمر مركبة MIO في الدوران؛ للحصول على رؤية كاملة لسماء الغلاف المغناطيسي لعطارد، والجسيمات التي تهب حوله، كما يقول عالِم مشروع MIO، جو موراكامي، وهو عالم كواكب بمعهد وكالة «جاكسا» لعلوم الفضاء والملاحة الفلكية في ساجاميهارا، الذي يضيف قائلًا: "يمكن للمجسّات المستخدمة للجسيمات أن تغطي مجال الرؤية تقريبًا بالكامل". وقد تكون الرياح الشمسية الشديدة حول عطارد مشابِهة للرياح النجمية حول الكواكب التي تدور بالقرب من الأقزام الحمراء الأبرد نسبيًّا، وهي النجوم الأكثر انتشارًا في مجرة درب التبانة. ولذا.. قد تساعد دراسة عطارد العلماء في معرفة الشروط التي قد تكون مواتية للحياة على الكواكب خارج المجموعة الشمسية، كما يقول موراكامي. وقد صمم مسبارا «بيبي كولومبو» على أن يستمرا على الأقل عامين في المدار، رغم إمكانية مَدّ مهمّتهما لفترة أطول قليلًا، لكنْ عاجلًا أو آجلًا، سوف تنال منهما الحرارة، كما يقول بنخوف، الذي يضيف قائلًا: "إن وقتنا محدود.. فبيئة عطارد قاسية". ■

المساواة

لجان "نوبل" تتصدى لعدم التكافؤ الجنسي

سيُطالَب المرشَّحون بأخْذ التنوع الجنسي في ترشيحاتهم بعين الاعتبار.

إليزابيث جيبني

بحصولها على جائزة نوبل في الفيزياء في أكتوبر الماضي، أصبحت دونا ستريكلاند أول سيدة تفوز بجائزة نوبل منذ أكثر من 50 عامًا. وخلال تلك الفترة، لم تفز سوى سيدة واحدة في مجال الكيمياء (نُشِر هذا المقال في الطبعة الدولية من دورية *Nature*، الذي أُرسل للطباعة قبل الإعلان عن فوز فرانسيس آرنولد بجائزة نوبل في مجال الفيزياء).

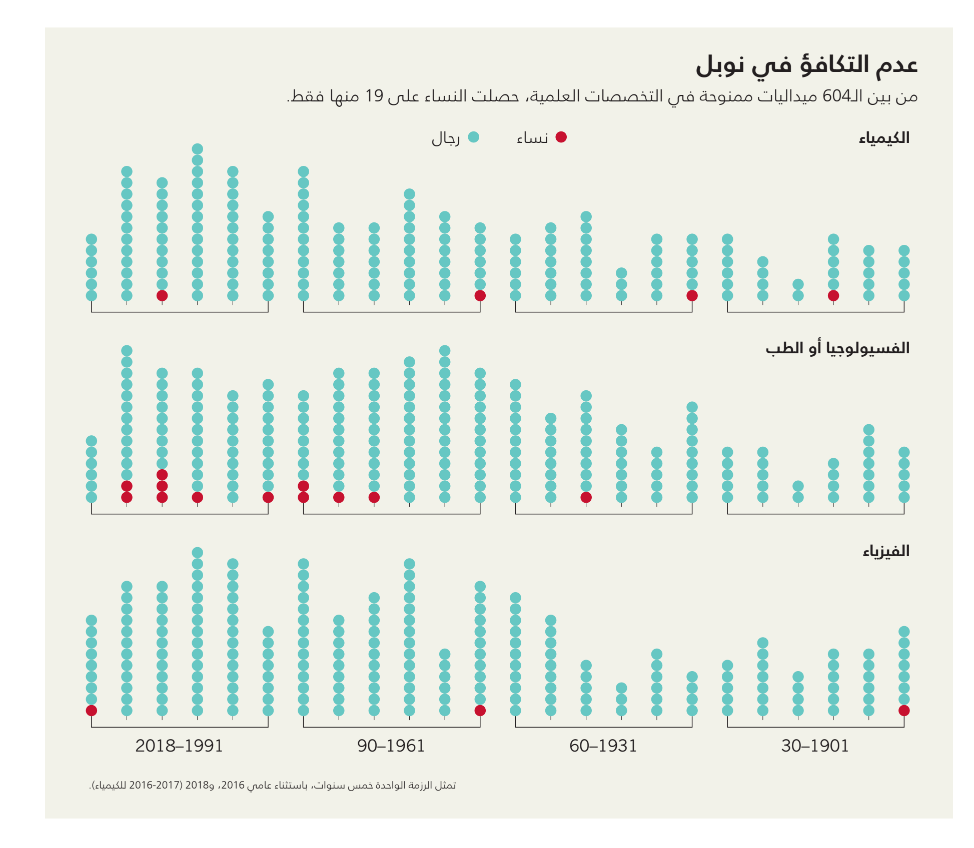
ويقع هذا الخلل في التوازن بين الجنسين محل انتقادات متزايدة، الكثير منها موجَّه نحو لجان جوائز نوبل، المسؤولة عن منح التكريم. ومن خلال مراجعة تاريخ جوائز نوبل، نلحظ أن النساء فزن بـ3% فقط من الجوائز الممنوحة في مجال العلوم (انظر: "عدم التكافؤ في نوبل")، وذهبت الأغلبية الكاسحة من الجوائز إلى علماء في الدول الغربية. ويذكر البعض أن الجوائز – ببساطة - تميل إلى تمييز أعمال تنتمي إلى حقبة كان تمثيل الباحثين من النساء وغير الغربيين فيها في مجال العلوم أقل حتى مما هو عليه اليوم، لكنّ الدراسات تبين - على نحو متكرر - أن أوجه التحيز المنهجي لا تزال موجودة في مجالات العلوم، وقد ظهرت بجلاء وتيرة التقدم البطيئة بصورة خاصة في عام 2017، عندما لم تفُز أيٌ من النساء للعام الثاني على التوالي.

ويقول جوران هانسون - الأمين العام للأكاديمية الملكية السويدية للعلوم - إنه حتى الوقت الراهن، يُلاحظ أن قليلًا جدًّا من النساء قد يتم ترشيحهن.

ولأول مرة، سوف تدعو اللجان - بوضوح - المرشِّحين إلى أخذ التنوع الجنسي والجغرافي، وأيضًا التنوع في الموضوعات، بعين الاعتبار في الترشيحات لجوائز عام 2019. ولسوف يكون هذا الطلب مُتَضمَّنًا في خطابات الدعوة، التي كان مقررًا إرسالها شهر أكتوبر الماضي لآلاف العلماء المطلوب منهم تسمية المرشحين لكل جائزة. ويقول: "نحن في حاجة إلى أن يرى المجتمع العلمي العالِمات النساء، وأن يرشح من قمن بإسهامات بارزة".

ويقول كورت رايس، رئيس جامعة أوسلو ميتروبوليتان، ورئيس اللجنة النرويجية المعنية بالتنوع والتوازن بين الجنسين في البحث العلمي: "يمكن لأصغر دَفعة أن تُحدِث فارقًا، ولذا.. فإني أشيد بهم لذلك". ويجري إعداد إجراءات واقتراحات أخرى لتحسين التوازن بين الجنسين، بما في ذلك إدخال تغييرات على لجان الترشيح، وقواعد الترشيح.

ويذكر هانسون أن إجراءات التنوع لا تتعلق بتحسين الإحصاءات، ولكنها تتعلق بمساعدة أفضل العلماء على الفوز، من خلال ضمان عدم إغفال النساء البارزات. ويضيف: "نحن نتقدم ببطء على نحو لا يمكن إنكاره، لكننا نعي حقيقة الوضع، ونعمل على إصلاحه". ■



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الكواكب

علماء دراسة كوكب المريخ يستعجلون إطلاق "مهمة كبرى"

الخبراء يريدون أن تجمع المركبة الجوّالة القادمة التابعة لوكالة ناسا الصخور من موقعين.

ألكسندرا فيتز

خَلُص العلماء في يوم 18 أكتوبر الماضي إلى أنه يتعين على المركبة الجوّالة القادمة لكوكب المريخ، التابعة لوكالة ناسا - وهي المركبة الأولى التي من المقرر لها جمع عينات صخور، يتم جلبها إلى الأرض - أن تضع أهدافًا طموحة، وأن تقوم بزيارة أكبر عدد ممكن من الأماكن على الكوكب الأحمر.

قد تتضمن أماكن توقُّف المركبة عددًا من المواقع، التي تشمل فوهة «يزيرو» Jezero التي كانت ذات يوم موقعًا لدلتاوات الأنهار، وإحدى البحيرات، ومنطقة شمال شرق «سيرتيس» Syrtis التي تحوي بعضًا من أقدم الصخور على المريخ، وموقع «ميدواي» Midway، وهو خيار وسط يقع بين الموقعين السابقين (انظر: "مسار الرحلة"). اقترح علماء المشروع زيارة كلٍ من موقع «يزيرو»؛ من أجل رواسب الأنهار والبحيرة التي قد تكون محتفظة بعلامات عن حياة سابقة، وموقع «ميدواي»؛ من أجل الصخور القديمة. يبعد الموقعان عن بعضهما البعض حوالي 28 كيلومترًا، وبالتالي ستكون زيارة كلا الموقعين هدفًا صعبًا، لكنه قابل للتحقيق.

تقول بيثاني إيلمان، العالمة المتخصصة في علم الكواكب بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا: "المجتمع العلمي يفضّل إجراء مهمة كبرى؛ فإذا كنا سنقوم باستجلاب العينات، فيجب أن يتضمن ذلك مخزونًا من العينات يكفي لسنوات قادمة".

احتلت منطقة «كولومبيا هيلز» Columbia Hills - التي قامت باستكشافها المركبة الجوّالة «اسبيريت» Spirit، التابعة لوكالة ناسا بين عامي 2004، و2011 - مرتبة أدنى بكثير في نتيجة استطلاع العلماء، بالرغم من احتوائها على رواسب سيليكا شبيهة بتلك التي تشكِّلها الينابيع الساخنة. يقول ماثيو جولومبِك، وهو عالِم متخصص في دراسة كوكب المريخ بمختبر الدفع النفاث (JPL) التابع لوكالة ناسا في باسادينا: "الجميع كانوا يعتقدون بشكلٍ ما أنه علينا أن نذهب إلى مكان جديد".

في نهاية المطاف، سيبقى القرار المتعلق بالمكان الذي سيتم إرسال مركبة عام 2020 إليه راجعًا إلى توماس زيربوكين، المدير العلمي بوكالة ناسا، الذي سيحدد الاختيار في الأشهر القادمة. تقول ميناكشي وادوا، وهي عالمة متخصصة في علم الكواكب بجامعة ولاية أريزونا في تمبي: "سأكون متحمسة بشأن أيّ عيّنة يتم استجلابها، ولكننا نملك رفاهية الاختيار ما بين مواقع جيدة".

والمركبة الجوّالة المقرر إطلاقها في يوليو 2020، بتكلفة قدرها 2.4 مليار دولار أمريكي، سوف تكون الأولى من نوعها التي تُطلِقها أي دولة لجمع صخور من المريخ، ومن ثم الاحتفاظ بها لحين إطلاق بعثة مستقبلية تعود بهذه الصخور إلى الأرض. ويجب أن تكون الجيولوجيا الخاصة بموقع الهبوط مثيرة للاهتمام بما فيه الكفاية، وأن تكون إمكانيات الاكتشافات العلمية هناك كبيرة بما يكفي، لجعل هذه المهمة جديرة بالاستثمار فيها.

لم تضع وكالة ناسا بعد خططًا بشأن الكيفية التي سوف يتم بها استجلاب الصخور التي ستجمعها مركبة عام 2020، إلا أن الوكالة عقدت اجتماعًا في جلينديل بكاليفورنيا، ضم خبراء في دراسة كوكب المريخ، في الفترة من 16 إلى 18 أكتوبر؛ لمناقشة مزايا آخِر أربعة مواقع مرشَّحة لأنْ يتم اختيار موقع الهبوط من بينها.

وفي التصويت الذي شارك فيه 169 عالِمًا خلال ورشة العمل، احتل موقع «يزيرو»، وموقع شمال شرق «سيرتيس»، وموقع «ميدواي» مرتبات متقاربة بشكل ملحوظ. كان الباحثون قد صنفوا المواقع وفق عدة معايير، مثل قدرة العينات التي يتم جمعها من كل موقع على تقديم إجابات عن الأسئلة العلمية الجوهرية بشأن كوكب المريخ.

وكانت فكرة زيارة موقع «يزيرو»، ثم موقع «ميدواي» – أو العكس – قد ظهرت في عام 2017، بينما كان علماء المهمة يتناقشون فيما بينهم بشأن كيفية تحقيق الاستفادة القصوى من رحلة المركبة الجوّالة. يقول جون مسترد، العالِم المتخصص في علم الكواكب بجامعة براون في بروفيدينس بولاية رود آيلاند: "إنها فكرة طموحة للغاية". تشبه صخور موقع «ميدواي» القديمة الصخور الموجودة في موقع شمال شرق «سيرتيس»، وتلك الموجودة بالقرب من منظومة الأنهار والبحيرة في موقع «يزيرو».

وإرسال مركبة إلى موقعي «يزيرو»، و«ميدواي» سوف يعني المجازفة باحتمالية ألا تستمر في العمل حتى تصل إلى كلا الموقعين. تبلغ مدة المهمة الرئيسة للمركبة 1.25 سنة مريخية (2.35 سنة أرضية)، ومن المتوقع أن تقطع حوالي 15 كيلومترًا خلال هذه الفترة. وسوف يسمح لها ذلك بالتجوُّل في معظم أنحاء موقع «يزيرو»، لو بدأت رحلتها من هناك؛ بل وقد تصل إلى حافة الفوهة، ولكنها قد تعبر في هذه الحالة مسارًا عسيرًا عبر الكثبان، وصولاً إلى موقع «ميدواي».

قطعَتْ المركبة الجوّالة «كيوريوسيتي» Curiosity - وهي أكبر مركبة من نوعها تابعة لوكالة ناسا، وأكثرها قوة حتى الآن - أكثر من 19 كيلومترًا منذ أن هبطت على سطح المريخ في عام 2012. ويتوقع المهندسون العاملون على تطوير مركبة عام 2020 أن تتمكن من التنقل بصورة أسرع من المركبة «كيريوسيتي»، ويرجع ذلك جزئيًّا إلى تكنولوجيا جديدة تُحسِّن من قدرة المركبة الجوّالة على المِلاحة من تلقاء نفسها.

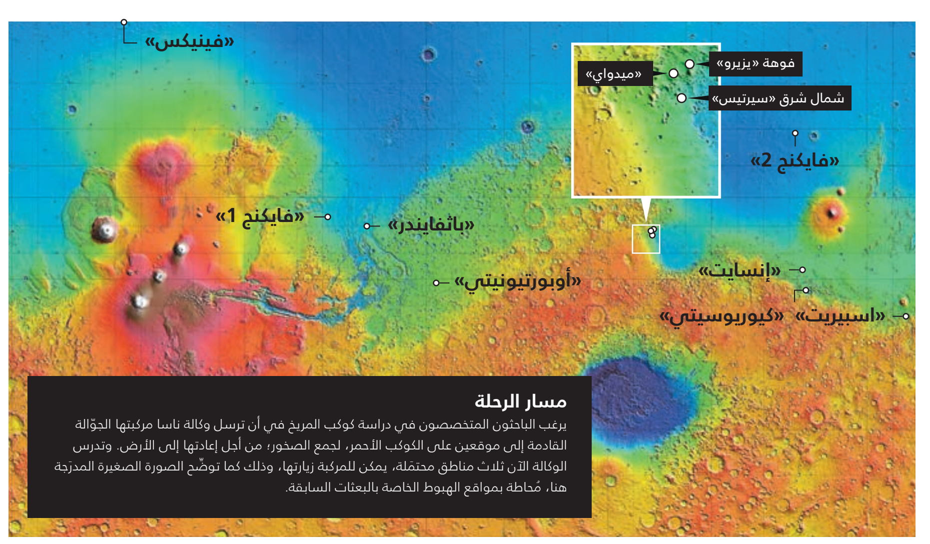
أحد الأسئلة الكبرى المطروحة هو: ما عدد عينات الصخور التي سوف تجمعها المركبة، ومن أين سوف تجمعها؟ إن مركبة عام 2020 مجهزة بـ42 أنبوبًا لجمع العينات، يتم تخصيص خمسة منها كأنابيب احتياطية. وهذا يعني أن 37 أنبوبًا سوف تُملأ بصخور من الفضاء الخارجي هي الأكثر قيمة حتى وقتنا هذا.

وقد قال كِن فارلي، عالِم المشروع بمختبر الدفع النفاث، متحدثًا أثناء الاجتماع: "عاجلًا، أم آجلًا، سيتعين على شخص ما اتخاذ القرار بشأن ما إذا كانت تلك العينات تستحق أن يتم استجلابها، أم لا. لا أريد أن أفشل لمجرد أننا لم نكن طموحين بما فيه الكفاية".

وأثناء ورشة العمل، طرح علماء المشروع احتمالات لما يمكن أن يملأ تلك الأنابيب الـ37. تضمنت تلك الاحتمالات كتل من رواسب بحيرة موقع «يزيرو»، وشذرات من الكتل الصخرية الهائلة الموجودة عند حافة الفوهة هناك، وعينات من الصخور القديمة الموجودة في موقع «ميدواي». وتتوافر أمام المركبة الجوّالة - التي تعمل بالطاقة النووية - عدة مسارات محتمَلة، سوف تسمح لها بالتجوّل عبر حقول الكثبان الرملية، التي تمتد بطول 28 كيلومترًا بين موقعي «يزيرو»، و«ميدواي». وتقول كيتي ستاك مورجان - التي تعمل كنائب عالِم مشروع لدى مختبر الدفع النفاث - إن قَطْع المركبة لتلك المسافة قد يستغرق ما يُقدَّر بـ401 يوم مريخي.

ولا يزال من غير المعلوم أين ستخزن المركبة الجوّالة عيّناتها الثمينة، وقد أبلغ فارلي الحاضرين في الاجتماع أن أحد الاحتمالات هو أن تجمع المركبة مجموعتين متشابهتين من العينات من موقع «يزيرو»، وأن تودع مجموعة منهما هناك، وتحمل الأخرى معها إلى موقع «ميدواي». من شأن ذلك أن يترك احتمالًا قائمًا أن يتم إرجاع العينات إلى موقع «يزيرو»، إذا ما أصاب المركبة خطبٌ ما في طريقها إلى موقع «ميدواي». ويؤيد باحثون آخرون التخطيط للرحلة من «ميدواي» إلى «يزيرو»؛ لجلب الصخور القديمة أولًا.

ولم تقرر وكالة ناسا بعد ما إذا كانت سوف تستجلب العينات إلى الأرض، وكيفية ذلك، على الرغم من أن الوكالة لديها خطط مبدئية لإطلاق بعثة في أواخر عشرينيات هذا القرن. صرح زيربوكين في الاجتماع قائلًا: "في الواقع، نحن جادُّون فيما يتعلق باستجلاب تلك العينات إلى الأرض. وهذا هو السبب وراء وجودنا هنا". ■



مسار الرحلة

يرغب الباحثون المتخصصون في دراسة كوكب المريخ في أن ترسل وكالة ناسا مركبتها الجوّالة القادمة إلى موقعين على الكوكب الأحمر، لجمع الصخور؛ من أجل إعادتها إلى الأرض. وتدرس الوكالة الآن ثلاث مناطق محتمَلة، يمكن للمركبة زيارتها، وذلك كما توضِّح الصورة الصغيرة المدرَجة هنا، مُحاطة بمواقع الهبوط الخاصة بالبعثات السابقة.



سعادة مختلطة بالحزن

يعكف الباحثون على ابتكار أساور للمعصم، وهواتف نقالة؛ للتنبؤ بالحالة المزاجية، بل وحتى للتحذير من خطر الانتحار، لكن القلق يساورهم بشأن احتمال أن تؤدي تقنية تتبُّع المشاعر إلى حدوث مشكلات.

مات كابلان

في شتاء عام 1994، كان شاب في أوائل العشرينات من عمره، يُدعى تيم، نزيلًا بأحد مستشفيات الطب النفسي في لندن. وعلى الرغم من سلوكه الذي يتسم بالسعادة والحيوية، كان يعاني اضطرابًا ثنائي القطب، ولم يكن قد مضى وقت طويل على محاولته الانتحار. خلال إقامة تيم بالمستشفى، توطدت علاقته بطالب جامعي زائر من الولايات المتحدة، يدرس علم النفس، يُدعى مات. وسرعان ما جمع بين الشابين شغفهما المشترك لموسيقى «الهيب هوب». وقُبيل مغادرة تيم المستشفى، فاجأ صديقه مات بصورة، كان قد رسمها له. كان لذلك الموقف أثر بالغ في نفس مات، ولكنْ بعد عودته بتلك الصورة إلى الولايات المتحدة، علم أن تيم قد أنهى حياته بالقفز من فوق أحد الجسور.

يدرس ماثيو نوك حاليًّا سيكولوجية إيذاء النفس بجامعة هارفارد في كامبريدج بولاية ماساتشوستس. وبالرغم من انقضاء أكثر من عقدين من الزمن على الوقت الذي قضاه مع تيم، لا تزال الصورة معلّقة في مكتبه، كتذكِرة دائمة بالحاجة إلى ابتكار وسيلة للتنبؤ بالوقت الذي يُرجَّح فيه أن يُقدِم أحدهم على قتل نفسه. ثمة الكثير من عوامل الخطر المعروفة التي تؤدي إلى الانتحار، منها الإفراط في تناول المشروبات الكحولية، والاكتئاب، وكون الشخص ذكرًا، لكنْ لا يوجد من بين تلك العوامل ما يمكن اعتباره إشارات أو دلائل تشي بالأفكار أو النوايا الانتحارية الوشيكة. ويعتقد نوك أنه يقترب من إيجاد حل لتلك المعضلة.

منذ يناير 2016، ظل نوك يستخدم أساور للمعصم، وأحد تطبيقات الهاتف؛ لدراسة سلوك المرضى ذوي الميول الانتحارية، الذين انضموا إلى الدراسة، في مستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن. كما يجري هذا العام تجربة مماثلة في مستشفى الفرنسيسكان للأطفال. يقول نوك إنه حتى الآن، رغم أن النتائج التي توصل إليها لم تُنشَر بعد، تبدو هذه التقنية قادرة على التنبؤ بأحداث يوم واحد مسبقًا، وبدقة معقولة، عندما يُبلِغ المشاركون عن تفكيرهم في قتل أنفسهم.

إنّ التجربة التي يجريها نوك تُعَد من بين الجهود الرامية إلى الاستفادة من علم التنبؤ بالحالة المزاجية، الآخِذ في الازدهار، وتعتمد فكرته على أنه من خلال التسجيل المستمر للبيانات الواردة من أجهزة الاستشعار التي يمكن للأشخاص ارتداؤها، ومن الهواتف النقالة، لن يصبح تتبع علامات المرض العقلي وربما التعرف عليه لدى شخص ما ممكنًا فحسب، بل سيمكن أيضًا التنبؤ بالتوقيت الذي توشك عنده سعادته على التراجع. يتعاون نوك مع روزاليند بيكارد، وهي مهندسة كهربائية، وعالمة كمبيوتر بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كامبريدج. تقود بيكارد فريقًا تتبَّع مئات من الطلاب الجامعيين في جامعات نيو إنجلاند باستخدام الهواتف وأساور المعصم. وتشير الباحثة إلى تمكُّنها من التنبؤ بنوبات الحزن التي أصابت هؤلاء الطلاب

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قبل حدوث تلك الأعراض بيوم كامل.

أثارت التلميحات التي تُفيد بأنه قد يمكن تتبُّع الضعف الوجداني وشيك الحدوث اهتمامًا تجاريًّا قويًّا. وترصد شركة «مايندسترونج هيلث» Mindstrong Health - التي تقع في بالو ألتو بولاية كاليفورنيا، والتي جمعت 29 مليون دولار في صورة رأسمال استثماري - الكيفية التي يستخدم بها الأشخاص هواتفهم النقالة، عندما ينقرون عليها بأصابعهم، أو يكتبون من خلالها، أو يتصفحون المواد والمواقع، بهدف تتبُّع التغيرات التي تطرأ على الوظائف العصبية الإدراكية. يقول بول داجوم، وهو طبيب، وعالِم كمبيوتر، ومؤسس الشركة، إن البيانات الناتجة عن التفاعلات التي تجري بين الشخص وشاشة هاتفه يمكن أن تحدد نوبات الاكتئاب وشيكة الحدوث، على الرغم من أن هذا العمل البحثي لم يُنشر بعد. وتعكف شركات أخرى حاليًّا كذلك على دراسة استخدام عملية «التنميط الرقمي الظاهري» هذه؛ للتعرف على أعراض المرض العقلي. ومن بين تلك الشركات: «فيريلي» Verily، المتخصصة في علوم الحياة، تملكها شركة «ألفابِت»، الشركة الأم لـ«جوجل».

في هذه المرحلة، لم يتضح بعد مدى موثوقية تقنية التنبؤ بالحالة المزاجية. فلم يُنشر سوى القليل من النتائج. وتقول الفرق البحثية التي أصدرت نتائج إنها لم تبلغ سوى معدل متوسط – وليس فائقًا - من الدقة فيما يتعلق بالتنبؤ بالحالات المزاجية، لكن بيكارد واثقة من أن الفكرة سوف تصمد. تقول بيكارد: "لقد عانيتُ من الاكتئاب في وقت مبكر من حياتي المهنية، ولا أريد أن أعود إلى تلك الحالة مرة أخرى". وتردف قائلة: "إنني على يقين من أنه من خلال رصد سلوكياتي باستخدام هاتفي، يمكنني أن أقلل من احتمال عودتي إلى ذلك الوضع الرهيب".

لكنّ الباحثين، ومنهم بيكارد، تنتابهم الهواجس بشأن المثالب المحتملة لابتكاراتهم. فهُم يخشون أن يكون العلماء والأطباء الإكلينيكيون لم يعطوا أمر كيفية توعية المستخدمين بأنّ ثمة انتكاسة شعورية وشيكة الحدوث، حقه في التفكير. ثمة تساؤلات أيضًا حول ما إذا كانت تلك التحذيرات قد تسبب أضرار، أم لا. ويتساءل البعض عن احتمال أن تَستخدِم المؤسسات أو شركات التأمين هذه التقنية؛ بهدف تتبع مشكلات الصحة النفسية والعقلية التي قد تصيب موظفيها أو عملائها في المستقبل. يقول داجوم: "ما يقضّ مضجعي هو إمكانية إساءة استخدام هذه التقنية".

التنبؤ بالاكتئاب

دخلت بيكارد مجال بحوث التنبؤ بالحالة المزاجية بطريق غير مباشر. فقَبْل عقد من الزمن، بيّنت أنه كان من الممكن استخدام أساور المعصم؛ لرصد النوبات التي تصيب شخصًا ما، أحيانًا قبل حدوث التشنجات التي تهز الجسم بدقائق، عن طريق تتبُّع التوصيل الكهربائي على الجلد. وفي عام 2013، شاركت بيكارد في تأسيس شركة «إمباتيكا» Empatica، الواقعة في كامبريدج، لأجهزة الاستشعار، بما في ذلك ساعة ذكية حظيت بموافقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية لرصد علامات حدوث النوبات، وإصدار تنبيهات لمقدمي الرعاية.

أثناء عمل بيكارد مع طالبة الدكتوراة لديها في ذلك الوقت، أكين سانو، التي تعمل حاليًّا بجامعة رايس في هيوستن بولاية تكساس، رأت الباحثة إمكانية لابتكار تطبيقات أوسع نطاقًا. افترضت بيكارد وسانو أنه قد يمكن الجمع بين البيانات الواردة من أجهزة الاستشعار التي يرتديها الأشخاص على معاصمهم، وتلك التي يكون مصدرها الهواتف النقالة؛ وذلك لرصد حالات الإجهاد، والنوم، والنشاط، والتفاعلات الاجتماعية؛ بهدف التنبؤ بالصحة النفسية، والذهنية، والسلامة بوجه عام.

تعاونت سانو وبيكارد مع فريق في كلية الطب بجامعة هارفارد؛ لتصميم دراسة تتولى تتبُّع طلاب الجامعات بصفة يومية. أجرى الفريق منذ عام 2013 دراسة على 300 طالب، بواقع 50 طالبًا في كل فصل دراسي، لمدة 30 يومًا في المرة الواحدة، وذلك عن طريق إعطاء هؤلاء الطلاب أجهزة شبيهة بالساعات؛ لارتدائها. تقيس تلك الأجهزة حركات الطلاب، وتدوِّن كمية الضوء التي يتعرضون لها، وتقيس درجة حرارة أجسامهم، وتسجل التوصيل الكهربائي لجلودهم. ابتكرت سانو وبيكارد أيضًا برامج يجري تثبيتها على هواتف المشاركين، تسجل البيانات المتعلقة بمكالماتهم الهاتفية، ورسائلهم النصية، وأماكن وجودهم، ومعدل استخدامهم لشبكة الإنترنت، والفترة التي يقضونها في استخدام أجهزتهم وتفاعلاتهم الاجتماعية. وقد سجّل الفريق أيضًا جانبًا كبيرًا من نشاطهم المتعلق باستخدام البريد الإلكتروني. وقام الطلاب بتعبئة استبيانات مرتين يوميًّا، تتناول أنشطتهم الأكاديمية، وغير المدرسية، وتدريباتهم الرياضية. كما وصف الطلاب

«يمكننا التنبؤ في المستقبل بنوبات الاكتئاب قبل حدوثها بمدة تصل إلى أسبوع».

المشاركون مدى جودة نومهم، وحالاتهم المزاجية والصحية، ومستويات التوتر لديهم، وتفاعلاتهم الاجتماعية، وعدد المشروبات التي تحتوي على الكافيين، والمشروبات الكحولية التي كانوا يتناولونها. وإضافة إلى ذلك، سجّل الطلاب نتائج اختباراتهم، وملأوا استبيانات مستفيضة في بداية ونهاية الدراسات البحثية، التي استمرت الواحدة منها مدة 30 يومًا.

وبحلول عام 2017، أعلن[1،2] الفريق عن إعداد خوارزمية؛ بهدف استقاء المعلومات من تلك الاستبيانات، وتقييم أهمية المئات من القياسات. يستطيع النظام أن يتنبأ بدقة بمشاعر السعادة، والسكينة، والحالة الصحية للطلاب قبل وقتها بيوم واحد، على حد قول فريق بيكارد. وفي هذه التجربة، كان يتعين رصد الافراد لمدة 7 أيام؛ وذلك لبلوغ مستويات من دقة التنبؤ تُقدَّر بحوالي 80%. يشير تحليل بيكارد إلى عدم قدرة أساور المعصم والهواتف النقالة على التنبؤ بالتغيرات الطفيفة في الحالة المزاجية. أمّا في حالة حدوث تغيرات كبيرة في الحالة الشعورية للمرء، فتصبح التنبؤات أكثر دقة ومصداقية. بعض المؤشرات يمكن تفسيره بسهولة، فمثلًا، قد توحي كثرة الحركة قبل النوم بحالة من الانفعال، ولكنّ التفاصيل ليست مفهومة دائمًا. على سبيل المثال، ربما تسهم التفاعلات الاجتماعية في تخفيف مستويات التوتر، وهو الأمر الذي يمكن أن ينعكس على التوصيل الكهربائي للجلد، ولكن ليس واضحًا ما إذا كان الوصول إلى مستويات الذروة من توصيل الجلد لمرات كثيرة في اليوم نفسه هو أمر جيد، أم سيئ، لأن ذلك التوصيل يزداد عندما يكون الناس بصدد حل مشكلة معينة، وعندما يكونون تحت ضغط، على حد سواء.

إن مجرد تفسير الحالة المزاجية لشخص ما باستخدام مثل هذه المؤشرات يُعَد إنجازًا كبيرًا، على حد قول عالِم الكمبيوتر لويس فيليب مورينسي، الذي يعمل بجامعة كارنيجي ميلون في بيتسبرج بولاية بنسلفانيا، والذي يَعتقِد أن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي يمكنها أن تلعب دورًا في عمليات تقييم الصحة العقلية، لكنّه يتوخى الحذر بشأن قدرة تلك التقنية على التنبؤ بالحالة المزاجية. ويقول: "بما أن حالتك المزاجية غدًا تكون غالبًا مشابِهة لحالتك المزاجية اليوم، فإننا بحاجة إلى مزيد من الأبحاث؛ كي تتمكن من الفصل بوضوح بين هاتين الظاهرتين. ومن المحتمل أن تقنيات التنبؤ الحالية تتنبأ في الأغلب بالشعور الممتد من يوم إلى اليوم الذي يليه".

تَعتقِد بيكارد أن التحسينات سوف تتحقق يومًا ما، وتقول: "نحن في طليعة مَن يقولون إن هذا الأمر قابل للحدوث بحقٍّ، ونقدِّم البيانات التي تدعم هذا الزعم. ولسوف تزداد المصداقية أكثر وأكثر مع التوصل إلى المزيد من البيانات". فقد جعلت بيكارد الخوارزميات التي ابتكرتها مفتوحة المصدر، بحيث يمكن للأشخاص الآخرين المتاح لهم الوصول إلى هذه التقنية محاولة تكرار عملها.

يقول جوناثان جراتش، وهو عالِم نفس بمعهد التقنيات الابتكارية بجامعة جنوب كاليفورنيا في بلايا فيستا: "بيكارد في طريقها للتوصل إلى شيء ما، وسِجِلّها الحافل بالشفافية فيما يتعلق بخوارزمياتها، ونماذجها، ومجموعات البيانات الخاصة بها، يجعلني أكثر ثقة في إمكانية حدوث ذلك. إنّ الناس لا يسمحون بسهولة لغيرهم أن يعيدوا تكرار أعمالهم البحثية، عندما لا يكونون متأكدين من النتائج التي توصلوا إليها".

انبثقت التجربة التي يجريها نوك حول الأفكار الانتحارية عن تعاوُن بحثي بينه وبين بيكارد. راقب نوك حتى الآن 192 شخصًا، مستخدِمًا - في الأساس - أساور المعصم، وكذلك بسؤال الأشخاص عن مشاعرهم، عبر تطبيق على الهاتف، أو عن طريق مقابلة شخصية. وحتى الآن، أعدَّ نوك أجهزة لا تتعامل مع بيانات فرد بعينه، وإنما تتعامل مع بيانات مجموعة بأكملها من المشاركين، ويقول إنه قد توصّل إلى بضعة دلائل قابلة للقياس، يمكنها التنبؤ بأفكار انتحارية لاحقة، وذلك بمستوى دقة يصل إلى 75%. ويرى أن من بين أهم تلك العوامل: كثرة الحركة في المساء، وهو الأمر الذي ربما يدل على التململ أو الاهتياج في الليل، ويصحبه ارتفاع مفاجئ في التوصيل الكهربائي للجلد، وارتفاع معدل ضربات القلب، لكنّ نوك رفض إعطاء مزيد من التفاصيل، لأن ورقته البحثية لا تزال قيد المراجعة في إحدى الدوريات العلمية.

الانتقال إلى السوق

إنّ الشركات التجارية أقل رغبةً واستعدادًا من الأكاديميين لمناقشة النتائج التي توصلوا إليها، لكنْ في مارس الماضي، أفادت شركة «مايندسترونج» - التي لم يمض على بدء نشاطها سوى 16 شهرًا - بأنها اكتشفت مؤشرات حيوية رقمية، عبارة عن أنماط تخصّ السَّحْب بالأصابع والنقر على شاشات الهواتف، ترتبط بالدرجات المُحرَزة في اختبارات الأداء العصبي النفسي[3]. تقول الشركة إنها أتمّت خمس تجارب إكلينيكية، لم يُكشف عن نتائجها بعد، كما أعلنت في فبراير الماضي عن دخولها في شراكة مع شركة «تاكيدا» Takeda للأدوية، الواقعة في طوكيو؛ من أجل استكشاف مؤشرات حيوية رقمية لبعض الحالات المرضية، مثل: الفصام، والاكتئاب المقاوِم للعلاج. و«مايندسترونج» لها منافسون، إذ تقول شركة «فيريلي» إن مشروعات التنميط الرقمي الظاهري خاصتها تشمل مشروعًا يهدف إلى رصد اضطراب ما بعد الصدمة، باستخدام الهواتف الذكية، وساعات اليد.

تقول «مايندسترونج» إنها في الطريق إلى تخطي مرحلة قياس وظائف الدماغ بالهواتف الذكية، والدخول إلى مرحلة جديدة، هي التنبؤ بتلك الوظائف. يوضح داجوم قائلًا: "عندما نتمكن من فهم مسار العديد من المؤشرات الحيوية على مدار ستة أو سبعة أيام، يمكننا التنبؤ في المستقبل بنوبات الاكتئاب قبل

ILLUSTRATION BY LEANDRO CASTELAO


CHARLIE MAHONEY/NYT/REDUX/EYEVINE

روزاليند بيكارد ترتدي ساعة يد ترصد التوصيل الكهربائي للجلد

حدوثها بمدة تصل إلى أسبوع"، لكنه امتنع عن ذكر المؤشرات التي تستخدمها شركته حاليًّا، نظرًا إلى أنها كانت بصدد تقديم أبحاثها إلى الدوريات العلمية. تتلخص خطة التطبيق المعتمِد على الهاتف الذي تستخدمه «مايندسترونج» (إذ لا تستخدم الشركة أساور المعصم) في إدخال قياسات التفاعل مع شاشة اللمس في نظام رقمي لرعاية الصحة العقلية. والشركة مستمرة في عرض النتائج على ولاية كاليفورنيا، التي ترى ما يكفي من الإمكانات الإكلينيكية التي جعلتها تمنح الشركة مبلغ 10 ملايين دولار أمريكي على مدار 3 سنوات من أموال صندوق للابتكار في مجال الصحة العقلية، تديره الولاية، وتبلغ ميزانيته 60 مليون دولار أمريكي. ويتساءل الطبيب النفسي توم إنسل، الذي شارك في تأسيس «مايندسترونج»، وكان في السابق قد دشن وحدة الصحة العقلية في شركة «فيريلي» بعد 13 عامًا قضاها رئيسًا للمعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية، قائلًا: "هل ستكون لكل هذه البيانات التي نجمعها حاليًّا فائدة إكلينيكية في نهاية المطاف؟ لا ندري حتى الآن".

تُشكِّك بيكارد في النهج الذي يتبعه إنسل في «مايندسترونج»، حيث تقول: "أعتقد أنه أنشأ شركة، استنادًا إلى فكرة لم يَثبُت نجاحها، فضلًا عن أفكار أخرى". وليس لدى بيكارد أو نوك حتى الآن أيّ خطط تجارية بشأن تقنيتهما الخاصة بالتنبؤ بالحالة المزاجية. (لكنْ إضافةً إلى شركة «إمباتيكا»، شاركت بيكارد في تأسيس شركة «أفكتيفا» Affectiva، الواقعة في بوسطن، وتبيع تقنية لتحليل تعبيرات الوجه والصوت).

يرى إنسل أنّ ثمة حاجة إلى اختبار هذه التقنية على أرض الواقع، إذ يقول: "نحن لا نتعلم الركض قبل السير، وولاية كاليفورنيا تدفع لنا أموالًا، لكي نتعلم كيفية السير". ويشير إلى أنه لا يَعتبِر بيكارد منافسة له، موضحًا: "هذه مشكلة صعبة، لم يستطع أحد حلها حتى الآن. أعتقِد أن الأمر سيتطلب منا جميعًا سلوك الكثير من السُّبُل؛ لإثبات القيمة الإكلينيكية لهذه التقنية، وأعلنها صراحة أنني أود أن تكون هناك على الأقل 10 فرق أخرى بالكفاءة نفسها لمختبر روزاليند بيكارد، تدرس جميعها مسألة التنميط الرقمي الظاهري".

تغيير السلوك

إن بيكارد على يقين من أن التنبؤ بالحالة المزاجية - وإنْ كان يتطلب تدريبًا فرديًّا من جانب مستخدِم يوافق على ذلك - سوف يصبح فنًّا متقنًا، لكن السؤال الحقيقي الذي يطرح نفسه، على حد قوله، هو: هل سيمكن استخدامه للمساعدة في تغيير حالة مزاجية سيئة يُتنبأ بها؟

يتعاون نوك حاليًّا مع عالِم النفس إيفان كلايمان، من جامعة هارفارد أيضًا، في مهمة بحثية تتمحور حول تشجيع 150 مريضًا على إعادة تقييم الأمور التي ينظرون إليها نظرة سلبية باستخدام تدريبات إعادة التأطير المعرفي. تُفعَّل تلك

> «عملية التنبؤ بالحالة المزاجية يمكن أن يكون لها تأثير في مشاعر الناس».

التدريبات على هواتف المرضى عندما ترصد أجهزة المراقبة المُثبَّتة على معاصمهم إشارات تُنبئ بأفكار انتحارية وشيكة. وبخلاف ذلك، فإن نوك لا يعلم ما يجب فعله بالبيانات، إذ يتساءل قائلًا: "إذا أفادت تنبؤاتنا بأن شخصًا ما معرَّض بشدة لخطر الأفكار الانتحارية، أو يقول هو نفسه إنه حتمًا سيقتل نفسه، فماذا نفعل؟ هل نرسل إليه عربة إسعاف؟ أم نتصل بطبيبه؟ أم لا نفعل شيئًا؟ إنّ الأبعاد الأخلاقية لهذه المسألة بالغة الصعوبة". ويشير نوك إلى أنه يعلم أن أولئك الذين يشاركون في تجربته يرغبون في تلك التقنية، حيث يقول: "يتحدث المرضى طيلة الوقت عن مدى النفع الذي سيعود عليهم، إذا هم وجدوا نظامًا للتنبيه، أو التوجيه".

يَعتقِد مورينسي أن الوقت لم يحن بعد، كي يصبح بمقدور أجهزة الكمبيوتر تقديم المشورة بمفردها بشأن الصحة العقلية. وتتضمن أبحاث مورينسي تعليم أجهزة الكمبيوتر كيفية دراسة تعبيرات ولغة الوجه؛ حتى يتسنى لها التوصل إلى ما يجول بذهن شخص ما. ويتعاون مورينسي حاليًّا مع الأطباء النفسيين؛ لإدخال هذه التقنية في أقسام الصحة العقلية بالمستشفيات. والهدف من ذلك هو تمكين تلك الأجهزة من دراسة الأشخاص أثناء تفاعلهم مع الأطباء؛ لمعرفة ما إذا كانت الاضطرابات النفسية موجودة، أم لا. ولا يزال الأطباء هم مَن يقومون بالتشخيص، أمّا تحليل الكمبيوتر، فيقدم تقييمًا مستقلًا، يمكن للأطباء مقارنته بتقييمهم الخاص. يقول مورينسي: "ثمة مخاطر جسيمة يمكن أن تترتب على إسناد مهمة تقديم استشارات خاصة بالصحة العقلية إلى أجهزة الكمبيوتر. إننا نحتاج إلى مزيد من الأبحاث؛ لفهم الأثر طويل المدى لهذه التقنية".

وهناك مشكلة أخرى كذلك، حسب قول بيكارد، تتمثل في أن الإجراءات الرامية إلى تحسين الحالة المزاجية تختلف باختلاف الأشخاص. ففي إحدى تجاربها، وجدت بيكارد أن مجموعة واحدة من الطلاب الذين كانوا يحادثون أصدقاءهم قبل الخلود إلى النوم كانوا يتمتعون بحالة مزاجية أفضل في اليوم التالي، في حين تعرضت مجموعة أخرى لتأثير معاكس.

يُساوِر باربرا فريدريكسون، وهي عالمة نفس بجامعة نورث كارولاينا في تشابل هيل، القلق من أن يكون للتنبؤ بالحالة المزاجية تأثير على مشاعر الناس، وتقول: "يبدو أن الناس سيولون اهتمامًا كبيرًا - على الأرجح – إلى التنبؤات السلبية بالحالة المزاجية. وبالنسبة إلى البعض، يمكن أن يكون هذا سببًا في إطلاق حالة من الانهيار السلبي العاطفي، الذي قد يكون مدمرًا بحق".

أما جاستن بيكر، وهو باحث متخصص في الأمراض العقلية، ويعمل مديرًا علميًّا لمعهد ماكلين للتكنولوجيا في مجال الطب النفسي، الذي يقع في بلمونت بولاية ماساتشوستس، فيقول: "أعتقِد أنه سيصعب علينا تحديد نوعية النصيحة التي يحتاج إليها كل شخص، بالقدر نفسه من صعوبة تحديد الكيفية التي تُقدَّم بها تلك النصيحة إلى ذلك الشخص بطريقة لا تُقابَل بالتجاهل، أو تزيد الأمور سوءًا".

لدى بيكارد رؤى عظيمة بشأن التنبؤ الرقمي بالحالة المزاجية. فهي تعتقد أن تلك التقنية يمكن أن تحسِّن صحة عموم الناس، ويمكن أن تفيد الشركات والمؤسسات على وجه الخصوص. وتتساءل قائلة: "لماذا لا تزال شركات رائعة كثيرة من تلك النوعية التي تمنح موظفيها كل أنواع الامتيازات المتاحة تفقد العديد من الموظفين الذين يسقطون فريسة للاكتئاب؟ هل يمكننا اكتشاف التحول الوشيك، قبل أن يصير واقعًا؟"، مع أنّ بيكارد لديها مخاوف أيضًا مِن إساءة استخدام تلك التقنية، وترى أنه ربما تكون هناك ضرورة لوضع لوائح تنظيمية جديدة؛ لمنع الشركات، على سبيل المثال، من توجيه إعلاناتها إلى الأشخاص الذين يمكن التنبؤ بحالاتهم المزاجية الجيدة أو السيئة الوشيكة، أو الحيلولة دون قيام شركات التأمين بتحديد الأسعار، استنادًا إلى العلامات والمؤشرات الخاصة بالصحة العقلية لعملائها.

يقول إنسل: "إن بعض الجهات السيئة التي تسيء استخدام هذه التقنية يمكن أن يفسد الفوائد المنتظَرة للمرضى الذين يعانون من مشكلات عقلية خطيرة". تعمل شركة «مايندسترونج» في الوقت الحالي - على حد قوله - مع مجموعة متخصصة في الأخلاقيات الحيوية بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا، وتخطط لنشر ورقة بحثية بشأن تلك المسائل عمّا قريب.

وترى بيكارد أن الجهود البحثية جديرة بالاهتمام. وحسب قولها، فإنّ "الاكتئاب الإكلينيكي غالبًا ما يكون نوعًا من الموت العاطفي البطيء، والمؤلم. وإذا تمكنّا من المساعدة في التعرف على الكثير من الأشياء الصغيرة التي تُثقل كاهلنا بمرور الوقت، وتدفع بنا إلى حالة من الحزن الدائم؛ فيمكننا حينئذٍ أن نصنع فارقًا كبيرًا بحق". ■

مـات كابلان صحفي، وكاتـب علمي يقيم في هيرتفوردشـاير بالمملكة المتحدة.

1. Taylor, S. *et al. IEEE Trans. Affect. Comput.* https://doi.org/10.1109/TAFFC.2017.2784832 (2017).
2. Sano, A. *et al.* in *2015 IEEE 12th Int. Conf. Wearable and Implantable Body Sensor Networks.* https://doi.org/10.1109/BSN.2015.7299420 (2015).
3. Dagum, P. *Digit. Med.* **1**, 10 (2018).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



قوة الأغلبية

التنبؤات الصحية المبنية على التكوين الجينومي البشري تحقق قفزة هائلة، بيد أن «درجات المخاطر متعددة الجينات» لا تزال محط جدل كبير.

ماثيو وارين



NIK SPENCER/*NATURE*

يبحث سيكار كاثيريسان كم هائل من البقع الموجودة على الجينوم البشري، يصل عددها إلى 6.6 مليون بقعة، لحساب مدى احتمال إصابة أحد الأشخاص بمرض الشريان التاجي. وجد كاثيريسان أن توليفات معينة من الاختلافات في الحروف المفردة للحمض النووي بين شخص وآخر - في تلك المواقع المختارة - يمكن أن تساعد على التنبؤ بما إذا كان الشخص سيصاب بأحد الأسباب الرئيسة للوفاة على مستوى العالم، أم لا. ولا يعلم أحد بالضبط ماهية العمل الذي تقوم به غالبية الحروف تلك (A، وC، وT، وG). غير أن كاثيريسان يرى أنه: "يمكنك تصنيف الأشخاص وفق مسارات واضحة للإصابة بالنوبات القلبية، وذلك بناءً على شيء يظل ثابتًا منذ الولادة".

وكاثيريسان - وهو عالِم متخصص في علم الوراثة بمستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن – ليس وحده المشغول بحصر أعداد كبيرة للغاية من المتغايرات. وتُعَد درجات المخاطر متعددة الجينات التي وضعها جزءًا من نهج متطور في عملية البحث عن العوامل الوراثية التي تسهم في الأمراض الشائعة. وعلى مدار العقدين الماضيين، كافح الباحثون لتفسير إمكانية توريث الحالات المرضية، بما في ذلك أمراض القلب، والسكري، والفصام. وتجمع درجات المخاطر متعددة الجينات الإسهامات الصغيرة، بل ومتناهية الصغر أحيانًا، لعشرات إلى ملايين البقع على الجينوم، لتقدِّم بعض أقوى أساليب التشخيص الجيني المتوفرة إلى الآن.

وقد انطلق هذا النهج بفضل عدد من الدراسات الجماعية التي تتمتع بموارد كافية، وكذلك مستودعات البيانات الكبيرة، مثل البنك الحيوي البريطاني (UK Biobank)، (انظر العدد 562 من دورية *Nature*)، الذي يجمع كميات هائلة من المعلومات المتعلقة بالصحة - إلى جانب بيانات الحمض النووي - من مئات الآلاف من الأشخاص. وقد تمكنت دراسات نُشرت خلال العام الماضي تقريبًا من دراسة أكثر من مليون مشارك، عن طريق دمج المعلومات الواردة من تلك المصادر، وهو الأمر الذي من شأنه زيادة قدرة العلماء على رصد الآثار الطفيفة.

يقول المؤيدون إن درجات المخاطر متعددة الجينات يمكن أن تكون الخطوة الكبيرة القادمة في الطب الجينومي، لكنْ هذا النهج أثار جدلًا بالغًا. إذ يطرح بعض البحوث مآزق أخلاقية متعلقة بكيفية استخدام تلك الدرجات في التنبؤ بالأداء الأكاديمي، على سبيل المثال. ويشعر النقاد أيضًا بالقلق إزاء الكيفية التي سيفسر بها الناس المعلومات المعقدة، والمبهمة أحيانًا، التي تتمخض عنها الاختبارات. ونظرًا إلى أن البنوك الحيوية الرئيسة تفتقر إلى التنوع العرقي والجغرافي، فإن الحصيلة الراهنة من أدوات الفحص الجيني ربما تستطيع التنبؤ بحالات المجموعات السكانية المُمثَّلة في قواعد البيانات فقط.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ومن جانبه، يقول مارك مكارثي، وهو عالِم وراثة بجامعة أكسفورد في المملكة المتحدة: "يحرص معظم الأشخاص على خوض نقاش محترم حول هذا الموضوع، لكونه يثير جميع أنواع القضايا اللوجستية، والاجتماعية، والأخلاقية". ورغم ذلك، فإن درجات المخاطر متعددة الجينات تسابق الخطى حاليًّا نحو العيادات، ويتم عرضها بالفعل على المستهلكين من قِبل شركة أمريكية واحدة على الأقل.

أما بيتر فيشر، عالِم الوراثة بجامعة كوينزلاند في أستراليا، الذي راد المناهج التي يستند إليها هذا الاتجاه، فيشعر بتفاؤل كبير حيال ذلك النهج، لكنه لا يزال مندهشًا من سرعة تقدمه. ويقول: "إنني مقتنع تمامًا أنه سيتحقق في وقت أقرب مما نتصور".

حساب المخاطر

عندما أكمل الباحثون المسودات الأولى للجينوم البشري في أوائل العقد الأول من القرن الحالي، توقع الكثيرون أن يكون ذلك إيذانًا ببدء ثورة في الطب. ومن ثم، شرع علماء الوراثة في البحث عن الاختلافات التي ربما تفسر السبب وراء إصابة شخص ما بمرض السكري، أو أمراض القلب، بينما لا يصاب آخر بأيٍّ من ذلك. وكانت الفكرة ببساطة هي مقارنة مجموعة من الأشخاص المصابين بالمرض بمجموعة أخرى لا تعاني منه، والبحث عن الاختلافات في الحمض النووي لكلتا المجموعتين. ظهرت الاختلافات عمومًا في شكل مبادلات بين أحرف الحمض النووي، وهو ما يعرف باسم تعدُّدات أشكال النيوكليوتيدات المفردة، أو اختصارًا SNPs. فإذا كان الأشخاص المصابون بحالةٍ مرضية ما لديهم الحرف T في مكان معين، في حين كان لدى الآخرين الحرف C في المكان نفسه، فسيشير ذلك إلى أن تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة كان مرتبطًا بذلك المرض بشكل أو بآخر.

وقد أصبحت دراسات الارتباط على نطاق الجينوم، ما تُعرف اختصارًا باسم GWASs، شائعة للغاية، لكنْ بعد سنوات من البحث، لا يزال كل ما بإمكان العلماء أن يفسروه هو جزء صغير فقط من خطر التعرض الوراثي للأمراض الشائعة. وقد اتضح أن معظم تلك الحالات المرضية كانت مرتبطة بأعداد من تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة تفوق بكثير ما كان يتوقعه العلماء في البداية، حسب ما يقول علي تركماني، عالِم الوراثة بمعهد سكريبس للأبحاث في لاهويا بولاية كاليفورنيا.

والأسوأ من ذلك، أن أغلبية المتغايرات قد أضفت خطرًا صغيرًا جدًّا، لا يمكن اكتشافه إلا عند مسح مجموعات هائلة من البشر. يقول إيوان بيرني، مدير المعهد الأوروبي لنُظُم المعلومات الحيوية في هينكستون بالمملكة المتحدة: "لم يكن لدينا حجم العينة المطلوب حقًّا للتوصل إلى تنبؤ بالجودة التي كان يَعتقِدها – بسذاجة - بعض الناس". وقبل عام 2007، كان القلق يساور علماء الوراثة بشأن ما أطلقوا عليه اسم «التوريث المفقود». كان واضحًا أن العديد من تلك الحالات المرضية يحتوي على جانب وراثي، لكن يبدو جليًّا أن دراسات الارتباط على نطاق الجينوم لم تكن قادرة على فهم الكثير منه.

أما اليوم، فالأمور تتغير. فمع القدرة على الوصول إلى مجموعات ضخمة من البيانات، فضلًا عن التقدم المُحرَز في كيفية تحليل البيانات، يتحسن أداء العلماء في قياس تلك المخاطر الصغيرة جدًّا، كما يقول كاثيريسان.

ولعل خير مثال على ذلك، الأسلوب الذي استخدمه كاثيريسان للوصول إلى درجة تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة، البالغة 6.6 مليون، التي نشرها في شهر أغسطس الماضي[1]. وقد استمد هو وفريقه البيانات من تحليل إحصائي شمولي أُجري في عام 2015، جمع 48 من دراسات الارتباط على نطاق الجينوم، ضَمَّت 61 ألف شخص من المصابين بمرض الشريان التاجي، إلى جانب مجموعة ضابطة[2] ضَمَّت 120 ألف شخص. ثم، اختبر الباحثون أداة التنبؤ متعددة الجينات الخاصة بهم على 290 ألف شخص في البنك الحيوي البريطاني؛ ووجدوا أن الأشخاص الذين كانت درجاتهم في مجموعة النسب المئوية القصوى كانوا أكثر عرضة للإصابة بالمرض بعدة مرات - في المتوسط - من باقي أفراد المجموعة السكانية (انظر: «أدوات التنبؤ متعددة الجينات»). ومن بين الأشخاص الذين حصلوا على أعلى الدرجات، والذين بلغ عددهم 23 ألف شخص، كان 7% مثلًا مصابين بمرض الشريان التاجي، مقارنة بنسبة 2.7% من المجموعة المتبقية. وأجرى الفريق تحليلات مماثلة لأربعة اضطرابات أخرى، من بينها مرض الالتهاب المعوي، وسرطان الثدي، مع القيام كل مرة بتحديد مجموعة، كانت درجات أفرادها في مجموعة النسب المئوية القصوى، وكانوا بوجه خاص أكثر عرضة للخطر.

وقد أثنى على البحث بعض الباحثين، كونه إثباتًا لحقيقة أن درجات المخاطر متعددة الجينات يمكن مبدئيًّا استخدامها في العيادات. وتضاهي قدرة تلك الدرجات على تحديد الفئات المعرضة بشكل عالٍ للخطر - حسبما يقول كاثيريسان - التدابير الراهنة المستخدَمة لقياس الخطر في مجال الطب. ويضيف: "ما لديك في الأساس هو عامل خطورة جديد لمرض الشريان التاجي".

تَصَدَّر عمل كاثيريسان العناوين الرئيسة للصحف، كما أثار بعض الجدل، نظرًا إلى العدد الهائل من المتغايرات المدرَجة في درجة المخاطر. وفعليًّا، يسهم جزء صغير فحسب من تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة تلك - البالغة 6.6 مليون - في عملية التنبؤ، كما يقول المتخصص في الإحصاء الحيوي، نيلانجان شاتيرجي، من كلية جونز هوبكنز بلومبرج للصحة العامة في بالتيمور بولاية ميريلاند، الذي لم يشارك في الدراسة. ويرجع ذلك إلى الطريقة التي يتم بها حساب تلك الأنواع من الدرجات، حيث يتم إدخال البيانات الخاصة بجميع المتغايرات في خوارزمية، ما يمنح عاملًا ترجيحيًّا لكل متغاير، وفقًا لمدى قوة صلته بالمرض. وفي الواقع، لن يشكل معظمها سوى خطر ضئيل، أو ربما لا يكاد يُذكر.

يقول العديد من الباحثين - بمن فيهم شاتيرجي - إنه إذا تم إدراج كثير من المتغايرات ذات التأثير الضئيل، فإن ذلك ليس بالأمر المهم، لكنْ هناك باحثون آخرون يساورهم القلق من إمكانية أن يقوض تضمين ملايين المتغايرات التي لا تفعل أي شيء ثقة الجمهور في الدرجات. وتقول سيسيل جانسنز، وهي عالمة أوبئة بجامعة إيموري في أتلانتا بولاية جورجيا، إنها ليست منبهرة بالدراسة. ومن الأمور التي تثير قلقها أن ملايين المتغايرات المستخدَمة لحساب النتيجة النهائية لم تحسن الأداء بدرجة كبيرة، مقارنة بدرجةٍ تم الحصول عليها من 74 فقط من تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة الأقوى صلة بالمرض. فإذا كانت تلك الأنواع من الدرجات سوف تستخدم إكلينيكيًّا، حسبما تقول، "فإن مصداقية الدرجة تكون مهمة أيضًا".

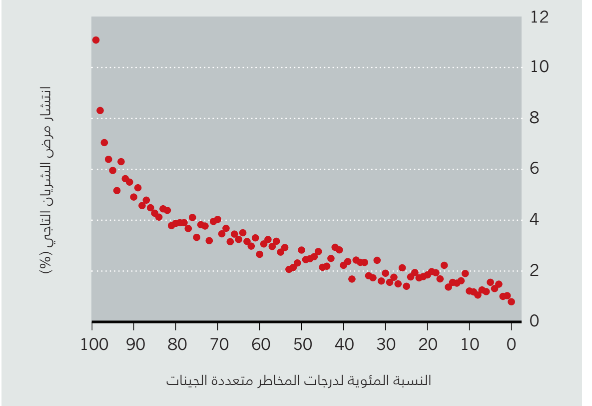
مسار العمل

في حين ركّزت دراسة كاثيريسان – في الأساس – على المخاطر الوراثية، تبحث دراسات أخرى حاليًّا في كيفية أن تكون درجات المخاطر متعددة الجينات مكملة للتدابير الراهنة المستخدَمة لقياس الخطر. في عام 2013، وجد سامولي ريباتي، وهو عالم وراثة إحصائية في جامعة هلسنكي، أن الجمع بين إحدى درجات المخاطر متعددة الجينات وعوامل الخطر التقليدية لمرض الشريان التاجي، مثل مؤشر كتلة الجسم العالي، وضغط الدم المرتفع، قد أسهم في تحسين التنبؤات الخاصة بمَن سوف يصاب بالمرض[3]. كما تمكَّن ريباتي أيضًا من تحديد مجموعة من الأشخاص ذوي درجات مخاطر وراثية عالية، لولاها لكانوا قد اعتبروا فقط من المعرضين لدرجة خطورة متوسطة. ويقول ريباتي إن هذه القدرة على التعرف على أفراد بعيدين عن الأنظار هي أكبر فائدة يمكن الحصول عليها من درجات المخاطر متعددة الجينات.

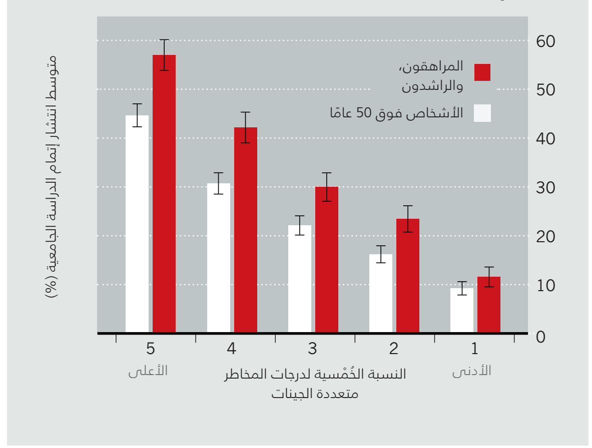
كما يمكن لدرجات المخاطر الوراثية أيضًا تحسين نظم فحص أمراض مثل سرطان الثدي. ففي الولايات المتحدة، تُنصح النساء حاليًّا بالبدء في إجراء تصوير الثدي الشعاعي من سن 50 عامًا، لكن إذا أمكن التعرف على النساء الأصغر سنًّا المعرَّضات للخطر، فإنهن قد تستفدن من الفحص المبكر. وفي عام 2016، طوَّر شاتيرجي نموذجًا لسرطان الثدي، يجمع بين كل من عوامل الخطر التقليدية، ودرجة المخاطر متعددة الجينات، التي تم حسابها من خلال حوالي 90 من تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة[4]. وعلى أساس تلك الدرجات، تنبأ شاتيرجي بأن 16% من النساء اللاتي تبلغن من العمر 40 عامًا تتعرضن لخطر يعادل ما تتعرض له المرأة العادية

أدوات التنبؤ متعددة الجينات

عندما أجرى الباحثون تقييمًا لدرجات المخاطر متعددة الجينات لمرض الشريان التاجي (CAD) لدى 290 ألف شخص من البنك الحيوي البريطاني، وجدوا أن معدل انتشار المرض قد ارتفع بشكل حاد في النسب المئوية العليا.



اختبرت مجموعة أخرى عامل تنبؤ متعدد الجينات للتحصيل العلمي على خمسة آلاف شخص من الراشدين والمراهقين الأمريكيين، وعلى تسعة آلاف شخص، تزيد أعمارهم على 50 عامًا. كانت قوة التنبؤ للعامل متوازنة تقريبًا مع العوامل الديموغرافية.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ذات الـ50 عامًا، ما يشير إلى أنه من الممكن لهؤلاء النساء أن تستفدن من عمليات الفحص، ابتداءً من سن الأربعين. ويختبر الفريق حاليًّا نموذجه على مجموعات بيانات أخرى، ولعدد أكبر من تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة؛ لمعرفة ما إذا كانت التنبؤات في محلها، أم لا.

في الوقت ذاته، بدأت شركة «ميرياد جينيتكس» Myriad Genetics للطب الشخصي في سولت ليك سيتي بولاية يوتا بالفعل في إدراج درجة المخاطر متعددة الجينات لسرطان الثدي في النتائج التي تقدمها إلى بعض النساء. فقد اتضح أن حوالي 10% فقط من النساء اللاتي لديهن تاريخ عائلي من الإصابة بسرطان الثدي تمتلكن واحدة من طفرات الجين المفرد الضارة المرتبطة بالمرض. وعليه، فإن الشركة حاليًّا بصدد إعادة الدرجات إلى نسبة الـ90% المتبقية من النساء، حيث تفيد هذه الدرجات باحتمال إصابتهن بسرطان الثدي، وفقًا لمزيج من المخاطر متعددة الجينات، وعوامل أخرى، مثل التاريخ المرضي، ونمط الحياة. يقول جيري لانشبري، كبير الموظفين العلميين بشركة «ميرياد»، إن واحدة من مزايا الدرجات تتمثل في أنها تقدم نتيجة للجميع. ورغم أن التركيز ينصب حاليًّا على تحديد النساء المعرضات لخطر عالٍ، فهو يرى أنه في المستقبل سوف تُستخدم تلك الدرجات لتحديد النساء المعرضات لخطر أقل من المتوسط، واللاتي قد تستفدن من تقليص معدل إجراء تصوير الثدي الشعاعي. يقول لانشبري: "إننا على أعتاب الدخول إلى عالَم يمكنك فيه توفير نتيجة طبية شخصية دقيقة للجميع".

«إنه يثير كل أنواع القضايا اللوجستية، والاجتماعية، والأخلاقية».

الإحصاءات تقول كل شيء

واحدة من أوجه قصور درجات المخاطر متعددة الجينات هي أنها تتجاهل عِلم الأحياء لصالح عِلم الإحصاء. وجدير بالذكر أن درجات المخاطر متعددة الجينات وحدها لن توفر الكثير من الفهم لتطوير الأدوية، لكنْ يمكن للدراسات أن توفر نقطة انطلاق للغوص في المتغايرات الفردية، ومعرفة أيٍّ من الجينات تؤثر عليها، والآليات التي قد تؤدي إلى الإصابة بالمرض.

وسوف يأتي جزء من هذا الفهم من خلال إزالة الغموض عن مسألة أي من المتغايرات ينتج في الواقع سمة أو مرضًا معينين، وأي منها ليس له دور. وليس بالضرورة أن يكون تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة المرتبط بأحد الأمراض هو سبب الإصابة بهذا المرض، بل إن الأمر يمكن أن يتمثل ببساطة في أن المتغاير يتم توريثه عادة جنبًا إلى جنب مع جزء آخر من الجينوم، يشارك بشكل مباشر في الأمر. وعلى سبيل المثال، يُقدِّر كاثيريسان أن حوالي 6 آلاف فقط من تعدُّد أشكال النيوكليوتيدات المفردة خاصته، ترتبط ارتباطًا سببيًّا بمرض الشريان التاجي. وكلما زادت أحجام العينات، يصبح فصل تلك المتغايرات عن بعضها أسهل، حسبما يقول مكارثي.

ولا يزال هناك أيضًا جزء كبير من المخاطر الوراثية، لا يتسنى للدراسات الحالية تفسيره. وحسب تقدير ريباتي، تعود نسبة تتراوح بين 30، و50% من خطر الإصابة بالعديد من الأمراض الشائعة إلى عوامل وراثية، أما الجزء الأكبر من النسبة المتبقية، فيتحدد بالعوامل البيئية، لكنّ مشكلة التوريث المفقود تظل قائمة، فبحكم التجربة، يمكن لدراسات الارتباط على نطاق الجينوم في الوقت الحالي أن تفسر نسبة تقريبية تتراوح بين الثلث والثلثين من المخاطر الوراثية للإصابة بالأمراض، حسب قول فيشر. ومع ازدياد أحجام العينات، سيجد الباحثون - في الغالب - المزيد من المتغايرات التي تسهم في وجود الخطر، كما يقول تركماني، رغم انخفاض المردود. ويضيف أيضًا: "عند لحظة معينة، ستتوقف الجدوى التي تعود عليك من تحديد عوامل الخطر الوراثية الإضافية". ويمكن أيضًا اكتشاف المزيد من المخاطر الوراثية من خلال وضع تسلسل الجينوم الكامل، حسبما يقول فيشر. وفي الوقت الراهن، تُجرى بحوث دراسات الارتباط على نطاق الجينوم في الأساس باستخدام مصفوفات تضع تسلسل جزء من الجينوم فقط، لكنْ بينما تصبح عملية وضع تسلسل الجينوم الكامل أقل تكلفة وأكثر انتشارًا، قد يصبح إيجاد المتغايرات الأقل شيوعًا، التي تسهم في حدوث الإصابة بالمرض أكثر سهولة.

من المختبر إلى العيادة

يقول كاثيريسان إنه يأمل في أن تصبح هناك درجة مخاطر لمرض الشريان التاجي مطروحة في الأسواق بحلول العام القادم، لكنّ معظم الباحثين يقرون بأن هناك عقبات يجب التغلب عليها، قبل أن يصبح من الممكن استخدام تلك الدرجات على نطاق واسع. وتتمثل العقبة الرئيسة - كما يقول مكارثي - في تطبيق تلك الدرجات على مختلف المجموعات السكانية. إذ تولد درجات المخاطر ويتم التحقق من صحتها في مجموعات بيانات تتكون في الأساس من أشخاص ينتمون إلى أصول أوروبية، مثل البنك الحيوي البريطاني، ما يحدّ من مدى إمكانية تطبيق تلك الدرجات على أشخاص ينتمون إلى أعراق أخرى. وعلى سبيل المثال، تتاح درجة المخاطر الخاصة بشركة «ميرياد» حاليًّا فقط للأفراد ذوي الخلفية الأوروبية، رغم أن لانشبري يقول إن الشركة بصدد تطوير درجة مماثلة للنساء الأمريكيات ذوات الأصول الأفريقية. ويقول مكارثي إن الهدف النهائي يتلخص في توليد درجات مخاطر تختص تحديدًا بالخلفية العرقية. ومن جانبه، يضيف بيرني قائلًا إن العِرْق ليس عامل التعقيد الوحيد. فالأفراد في المجموعات السكانية قيد الدراسة ينتمون إلى أنظمة خاصة للرعاية الصحية، ولا يتحتم بالضرورة أن تنطبق تجاربهم على البلدان الأخرى؛ فقد يختلف احتمال الإصابة بأزمة قلبية بين المملكة المتحدة والولايات المتحدة، على سبيل المثال، تمامًا كما يمكن أن تتباين معايير الرعاية الصحية. ولذا، فإن درجات المخاطر قد لا تكون قابلة للتطبيق من مكان إلى آخر.

وحتى مجرد إخطار الناس بتلك الدرجات يستحضر معه عددًا من الأمور المقلقة. فالأطباء ليسوا بالضرورة مدرَّبين على العمل بعلم الوراثة، كما يقول مكارثي، كما أنه "ليس هناك عدد كافٍ من المستشارين في مجال علم الوراثة على ظهر هذا الكوكب" لإجراء المناقشات الدقيقة التي سوف تنطوي عليها درجات المخاطر الوراثية. كما أن هناك اعتقادًا خاطئًا شائعًا، مفاده أنه نظرًا إلى أن جيناتنا لا تتغير، "فإنها تُعَد قَدَرَنا الذي لا مفر من أنْ يتحقق"، كما يقول بيرني. وتعبِّر جانسنز عن قلقها من أنه إذا اعتقد الناس أن احتمال الإصابة بمرض معين أمر متجذر في الحمض النووي الخاص بهم، فإنه لن يتوفر لديهم الدافع للقيام بأي شيء حيال الأمر.

بل وفي الواقع، تزداد حدة القلق فيما يخص السمات غير المرتبطة بالأمراض، التي يمكن التنبؤ بها عن طريق تلك الدرجات. حددت دراسة أُجريت على أكثر من مليون شخص، ونُشرت في وقت سابق من هذا العام، درجة مخاطر متعددة الجينات، ترتبط في الأساس بمدى بقاء الأشخاص في التعليم[5]. وقد بذل مؤلفو الدراسة قصارى جهدهم؛ من أجل توضيح أنهم لا يقترحون أي نوع من التدخل بخصوص الأشخاص الذين يحصلون على درجات منخفضة للغاية. فوفقًا لما كتبه المؤلفون "أيّ استجابة عملية - سواءً على المستوى الفردي، أم على مستوى السياسات - لهذا البحث، أو لأيّ بحوث مشابهة سوف تكون أمرًا سابقًا جدًّا لأوانه".

وتقول ميشيل ماير، عالمة الأخلاقيات الحيوية بنظام جايسينجر الصحي ومن بين المؤلفين المشاركين في الدراسة، إن النتيجة ببساطة ليست قابلة للتنفيذ. فبدون فهْم الاختلافات البيولوجية التي تعبِّر عنها الدرجات، أو العوامل البيئية والاجتماعية، التي حتمًا ستتفاعل مع تلك الاختلافات، سوف يكون من المستحيل معرفة كيفية التدخل المناسب.

لنتحدث بلغة علم الوراثة

إنّ فهْم الكيفية التي ستكون عليها ردود أفعال الناس تجاه درجات المخاطر متعددة الجينات يشكل أولوية قصوى للباحثين. إذ قد قدَّم ريباتي وزملاؤه إلى أكثر من سبعة آلاف شخص في فنلندا معلومات بشأن احتمال إصابتهم بأمراض القلب، بناءً على كلٍّ من درجات المخاطر متعددة الجينات، وعوامل الخطر التقليدية، مثل ارتفاع ضغط الدم. ويقول معظم المشاركين إن الحصول على تلك المعلومات يشجعهم على إجراء تغييرات إيجابية، حسب قول ريباتي. وتشير النتائج الأولية إلى أن الأشخاص ذوي المخاطر الوراثية العالية هم الأكثر احتمالًا لاتخاذ إجراءات معينة، مثل خسارة الوزن، أو الإقلاع عن التدخين.

وفي جمهورية إستونيا المجاورة، يعكف الباحثون حاليًّا على إجراء تنميط جيني لعدد 100 ألف شخص، إضافة إلى الخمسين ألفًا الذين سبق للدولة أخْذ عينات منهم. وعلى عكس كثير من البنوك الحيوية الأخرى، يمكن للمشاركين في مشروع جمهورية إستونيا التسجيل؛ للحصول على ردود أفعال. ومن بين النتائج التي تتم إفادتهم بها: درجات مخاطر متعددة الجينات لمرض السكري من النوع الثاني، وأمراض القلب والأوعية الدموية، حسبما تقول ليلي ميلاني، وهي عالمة وراثة في مركز الجينوم الإستوني بجامعة تارتو في إستونيا. وعلى غرار الدراسة الفنلندية، تُعرض على المشاركين رسوم بيانية توضح كيف أن تغيير نمط الحياة يمكنه أن يقلل - أو يزيد - من الخطر الذي يتعرضون له. وحسبما تقول ميلاني، تشير المؤشرات الأولية إلى أن الناس سعداء بتلك النصائح.

وفي الوقت الراهن، يتلقى الأشخاص نتائجهم من مستشارين متخصصين في علم الوراثة. وتعمل ميلاني حاليًّا مع الحكومة الإستونية على التوصل إلى طريقة لدمج البيانات الجينومية في نظام الرعاية الصحية، بحيث يمكن للأطباء استخدامها بصفة يومية. وتهدف البلاد - في نهاية المطاف - إلى إجراء تنميط جيني لأيّ شخص مهتم بالأمر، وصولًا إلى جميع سكان البلاد، البالغ عددهم 1.3 مليون شخص، حسبما تقول ميلاني. وتضيف: "الهدف هو بناء شيء عظيم بدرجةٍ تجعل جميع الأطباء ينصحون به، ويدفع جميع المواطنين إلى طَلَبه".■

ماثيو وارين يكتب لصالح دورية *Nature* من لندن.

1. Khera, A. V. *et al. Nature Genet.* **50**, 1219–1224 (2018).
2. Nikpay, M. *et al. Nature Genet.* **47**, 1121–1130 (2015).
3. Tikkanen, E., Havulinna, A. S., Palotie, A., Salomaa, V. & Ripatti, S. *Arterioscler. Throm. Vasc. Biol.* **33**, 2261–2266 (2013).
4. Maas, P. *et al. JAMA Oncol.* **2**, 1295–1302 (2016).
5. Lee, J. J. *et al. Nature Genet.* **50**, 1112–1121 (2018).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



العلوم في الأراضي الفلسطينية تتحدى كل الصعوبات

أليسون أبوت

الباحثون الذين يحاولون بناء قاعدة علمية تُعَرْقِلهم القيود المفروضة على السفر، وكذلك التمويل الهزيل.

لدى دلال سعيد تصوّر واضح جدًّا لغايتها من الحياة: ما تريده هو أن تحصل على وظيفة كباحثة أكاديمية في مجال علوم الكيمياء الأرضية، ولكنْ لا توجد برامج لدراسة الدكتوراة في العلوم الطبيعية في الأراضي الفلسطينية. لذلك، تسافر دلال كل يوم من أيام العمل من قريتها الواقعة في الضفة الغربية عبر الجدار العازل بين وطنها وبين إسرائيل إلى الجامعة العبرية في القدس، حيث بدأت لتوها في بحوث الدكتوراة.

تبلغ المسافة التي تقطعها دلال ما يقرب من عشرة كيلومترات، لكنْ في المرات القليلة الأولى التي قطعت فيها تلك المسافة عبر الحاجز الأمني الأقرب لها والذي يشهد اختناقًا مروريًّا، استغرقت الرحلة أكثر من ثلاث ساعات. وسرعان ما اكتشفت أن الأفضل لها أن تقود إلى مسافة أبعد، لتصل إلى حاجز أمني أكثر هدوءًا، لتقلص وقت الرحلة إلى النصف.

بعد عقود من الصراع، يقاطع كثير من الفلسطينيين الغاضبين المقيمين في الأراضي المحتلة الآن الأشكال المختلفة من الأنشطة الاقتصادية أو الثقافية مع إسرائيل، بما في ذلك البحث العلمي، لكن التعليم العالي يمثل استثناءً. تقول دلال: "إنه قرار شخصي؛، وهي حتى الآن ترى أن طول مدة الرحلة هو التحدي الوحيد أمامها. ساعدت المشرفة الإسرائيلية المعاوِنة لدلال - وهي عالمة الكيمياء الأرضية الإسرائيلية بواز لازار - في الترتيب لمنحها تصريح دخول متعدد، لكي تتمكن من دخول إسرائيل خلال النهار، إلى جانب حصولها على إذْن منحة دراسية من جامعة حيفا، ومشروع لقياس نظائر المعادن الثقيلة في البحر الميت والأراضي المحيطة به، والذي يجاوِر حدود إسرائيل، والضفة الغربية، والأردن.

تشعر دلال بانجذاب قوي تجاه البحر الميت، إذ ترعرعت بالقرب من شواطئه، ودرسته ضمن عملها على مشروع درجة الماجستير، وتقول إن حصولها على فرصة لدراسة الدكتوراة هو "حلم يتحقق". وهي ترغب فور حصولها على مؤهلها العلمي في أن تنتقل إلى العمل بجامعة فلسطينية، بينما تترك الباب مفتوحًا وترحب بأي مكان قد تأخذها إليه الحياة. وتتساءل، مَن يدري ما قد يحدث في غضون ثلاث أو أربع سنوات؟

وهذا سؤال يفكر فيه كثير من العلماء في الأراضي الفلسطينية. فهم يَعتبِرون الوضع المتأزم الذي يعيشونه غير عادل، وغير مستقر، ولكنْ سواء انتهى الاحتلال الإسرائيلي بإقامة دولة فلسطينية مستقلة، أم بالاستيلاء على أراضيهم داخل دولة إسرائيل، يقول هؤلاء العلماء إن مستقبلهم يعتمد على وجود قاعدة فكرية قوية، وقدرة على إجراء البحوث.

يتأجج الغضب في الأراضي الفلسطينية بسبب تأزم أحوال ساكنيها، وازدياد ظروفهم الحياتية بؤسًا، حيث يفرض الجيش الإسرائيلي سيطرته القوية على أمور السفر، والواردات. ولذلك، يجد الباحثون أنه من الصعب - بل ومن المستحيل أحيانًا - حضور المؤتمرات الدولية، أو الوصول إلى المختبرات، والحصول على المواد البحثية. وقد تصاعدت حدة التوترات السياسية في العام الجاري، وبخاصة في شهر يوليو، عندما أقرت الحكومة الإسرائيلية مشروع قانون الدولة القومية اليهودية، الذي فرض وضع المواطَنة الأدنى على غير اليهود، بمن فيهم المواطنون العرب، الذين تبلغ نسبتهم 20% تقريبًا من عدد السكان. كما يبدو أن الحكومة الإسرائيلية قد شددت أيضًا القيود المفروضة على التحركات. ولم تخصص السلطات الفلسطينية سوى القليل من الدعم المالي لتطوير العلوم على أراضيها.

على الجانب الآخر من الجدار الفاصل، يعارض كثير من العلماء الإسرائيليين - وليس جميعهم - طريقة التعامل مع الناس في الأراضي الفلسطينية. كما كانت هناك خلافات حادة في المجتمع الأكاديمي، وخاصة بشأن الوضع القانوني لجامعة قائمة في مستوطنة يهودية على الأراضي الفلسطينية.

ورغم تلك المشكلات، يبذل بعض الباحثين والمعلمين أقصى ما في وسعهم؛ لتطوير مجتمع علمي فعال في تلك المناطق، إذ يعدّون مجموعات بحثية للعلماء الشباب، ويحاولون اغتنام الفرص للتدريب في الخارج، والحصول على منح بحثية من الحكومات الأجنبية. يقول عالِم الكيمياء غير العضوية، عبد اللطيف أبو حجلة، رئيس جامعة بيرزيت، التي تقع بالقرب من رام الله: "إننا نواجه الكثير من التحديات.. لكننا نعمل بجد، ونُجْرِي أبحاثًا، ونحرز تقدمًا".

استولت إسرائيل على الأراضي الفلسطينية - وتشمل منطقة القدس الشرقية، والضفة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





HEIDI LEVINE FOR *NATURE*

إلى اليسار، عبد الرحمن سوالمة يستخلص الحمض النووي من عينة دم في جامعة القدس في الضفة الغربية، وإلى اليمين، فلسطينيون يعبرون نقطة تفتيش قلندية العسكرية، لدخول القدس في الصباح الباكر.

الغربية، وغزة - بعد حرب الأيام الستة في عام 1967 بين إسرائيل، والدول العربية المجاورة. (تشير الأمم المتحدة وغالبية دول العالم إلى هذه المناطق باسم «الأراضي المحتلة»، بينما تدعوها إسرائيل «الأراضي المتنازَع عليها».) وخلال الانتفاضة الفلسطينية الأولى، التي وقعت في الثمانينيات من القرن الماضي، كثيرًا ما أُغلقت قوات الجيش الإسرائيلي جامعات فلسطينية، بدعوى الاشتباه في أنها تدعم الهجمات على الإسرائيليين. وقد أدى توقيع اتفاقيات أوسلو في عام 1993 إلى محادثات سلام جادة؛ بهدف إنهاء الاحتلال. ومن ثم، أُنشئت السلطة الفلسطينية كإدارة حاكمة، وبدا أن ثمة زخمًا يتجه نحو إقامة دولة فلسطينية مستقلة، إلا أن المحادثات فشلت، وتجددت أعمال العنف في عام 2000 باندلاع الانتفاضة الثانية.

منذ ذلك الحين، امتدت المستوطنات الإسرائيلية داخل الأراضي الفلسطينية، وشَيَّدت إسرائيل الجدار العازل، الذي يلتف حول المستوطنات الجديدة؛ بغرض حمايتها. وارتفعت حدة التوترات في العام الماضي عندما ألقى فلسطينيون قنابل حارقة ومتفجرات عبر السياج الحدودي لقطاع غزة، وأطلقوا قذائف هاون على الأراضي الإسرائيلية. وردّت القوات الإسرائيلية باستخدام الغاز المسيل للدموع، والذخيرة الحية، وشن غارات جوية، في تصعيد غير مسبوق لمستويات العنف منذ عام 2014.

ولم يمثِّل قطاع العلوم أولوية كبيرة للسلطة الفلسطينية، التي نادرًا ما خَصصت أموالًا للبحث العلمي، ولكنْ الخطة الاستراتيجية التي وضعها وزير التعليم صبري صيدم للفترة من 2017 إلى 2022 تسعى جاهدة إلى تطوير القدرات البحثية. في العام الماضي، أعلنت وزارته عن صندوق بحثي متواضع، تبلغ ميزانيته عشرين مليون شيكل (ما يعادل 5.5 مليون دولار أمريكي)، وهي أول ميزانية تخصص للعلوم منذ 5 سنوات، تتقاسمها الأربع عشرة جامعة القائمة على الأراضي الفلسطينية، وكل العاملين بها من أساتذة، وأساتذة مشاركين، وأساتذة مساعدين، البالغ عددهم 2,200. "يُعَد ذلك مؤشرًا" على دعم العلوم، حسبما يقول عصام إسحاق، مساعد الرئيس لشؤون البحث والتطوير والإبداع بجامعة القدس، الكائنة في القدس الشرقية، وهي إحدى الجامعات الرائدة على الأراضي الفلسطينية. ويتابع بقوله إنّ الجامعات تخوض نضالًا مستمرًا؛ لإيجاد التمويل اللازم لتغطية تكاليف التشغيل الخاصة بقطاع العلوم، والحفاظ على أيّ معدات كبيرة في حالة صالحة للتشغيل.

(أما في قطاع غزة فوَضْع العلماء أسوأ، وغزة هي مساحة طولية من الأراضي الساحلية، تفصلها عن الضفة الغربية أراضٍ إسرائيلية. يقتصر تشغيل التيار الكهربائي هناك على بضع ساعات في اليوم، وهو الأمر الذي يَستبعِد إمكانية إجراء معظم أنواع البحوث التجريبية.)

إن إهمال السلطة الفلسطينية للعِلْم في الضفة الغربية والقدس الشرقية يمثل "فجوة كبيرة"، حسبما يقول ساري نسيبة، أستاذ الفلسفة بجامعة القدس، وأحد الأكاديميين البارزين في المنطقة. شغل نسيبة منصب رئيس جامعة القدس في تسعينيات القرن الماضي، وهي فترة كانت مفعمة بالتفاؤل، حيث كان حينها يشجع بقوة على تطوير الأبحاث، إلى جانب التعاون الأكاديمي مع إسرائيل، التي تُعَد من القوى الكبرى في مجال البحوث عالمية المستوى. وكان يرى حينها أنه إذا حدث وأصبحت الأراضي الفلسطينية دولة مستقلة، فسوف تحتاج إلى قاعدة قوية في مجال البحث العلمي، ولا سيما بسبب امتلاكها موارد طبيعية محدودة. ويقول: "بصفتنا فلسطينيين، فإن سبيلنا الوحيد للتنمية هو العمل على تطوير أنفسنا، وكلما زادت لدينا روح المبادرة، صرنا أفضل".

بعد أن أدّت موجة العنف التي شهدتها الانتفاضة الثانية إلى تردّي احتمالات نهاية الاحتلال، اكتسبت فكرة المقاطعة السلمية لإسرائيل شعبية في الأراضي الفلسطينية. واليوم، يرفض العديد من الأكاديميين من خارج منطقة الشرق الأوسط التعاون مع الباحثين في إسرائيل، رغم أن هذه الحركة أقوى بكثير في مجال العلوم الإنسانية والاجتماعية، بالمقارنة بالعلوم الطبيعية، حيث تأثيرها ضئيل، حسب قول علماء إسرائيليين.

أما في داخل الأراضي الفلسطينية، فيقول نسيبة إنه لم يكن واضحًا له أبدًا ما إذا كان من الواجب أن ينطبق تأثير حركة المقاطعة وسَحْب الاستثمارات وفرض العقوبات على الفلسطينيين الراغبين في إقامة علاقات أكاديمية مع إسرائيل، أم لا، "ولكنْ ازدادت الضغوط المحلية بشكل كبير لوضع حد للتعاون العلمي".

تَحترِم الجامعات الفلسطينية مسألة مقاطعة إسرائيل مؤسسيًّا، ولكنها لا تمنع الأكاديميين كأفراد من العمل معًا. ويخاطِر قلة من الشجعان بإثارة غضب الرأي العام من خلال فعل ذلك، رغم أنهم عادة لا يعلنون عنه على الملأ. ويتجلى ذلك في استمرار توافد الطلبات إلى مؤسسة البحوث الألمانية (DFG) بخصوص برنامجها ثلاثي المحاور، الذي يتعاون فيه باحثون ألمان وإسرائيليون مع علماء فلسطينيين، وفقًا لما ذكره متحدث باسم المؤسسة.

تمويل خارجي

تـم توزيـع أكثـر مـن 71 مليون يـورو (81 مليـون دولار أمريكي) على تلك المشـروعات، منذ بداية عمل برنامج مؤسسة البحوث الألمانية في عام 1995. وقد أُنشئت برامج دولية أخرى خصيصًا لمساعدة الفلسطينيين. تتضمن تلك البرامج برنامج جسر العلوم الفلسطيني الألماني، وهـو برنامـج مدتـه خمـس سنوات، بتكلفـة تبلـغ 12.5 مليون يـورو، تدعمـه وزارة العلـوم الألمانيـة؛ لمسـاعدة طـلاب الدراسات العليـا في الحصـول على تدريب فـي ألمانيا. كمـا أطلقـت مقاطعـة كيبـك الكندية فـي العام الماضي برنامجًـا مدته أربع سـنوات، بتكلفة مليـون دولار، بغـرض جلـب 60 باحثًـا مـن الأراضي الفلسـطينية إلى المقاطعة فـي مهمات بحثيـة تتـراوح مدتها بين 3 و5 أشـهر.

ويعتمـد الفلسـطينيون اعتمـادًا كبيرًا على مثـل هذه البرامج الدوليـة، رغم صغر حجمها، وكذلـك علـى برامـج الاتحـاد الأوروبي، التـي حَوَّلـت فـي العقـد الماضي - أو نحـو ذلـك - ما يقرب من ثلاثة ملايين يورو إلى العلماء في الأراضي الفلسطينية، المشـاركين في مشروعات تعاونية مع أشـخاص مـن بلدان الاتحاد الأوروبي.

ورغـم محدوديـة فرصهـم في الحصول على تمويل، يقـول العلماء هناك إن العائق الأكبر أمـام إجـراء البحـوث هـو الاحتلال الإسـرائيلي. تتمثل إحدى المشـكلات الرئيسـة في انعدام حريـة التنقـل، فمعظم قاطني الضفة الغربية يحتاجون إلى تصريح لدخول إسـرائيل، وكثيرًا مـا تُقابَـل طلباتهـم بالتأخير لفترات طويلة، أو بالرفض. كما يواجه العلماء فـي جميع أنحاء الأراضي الفلسطينية مشكلات في استيراد الكواشـف والمعدات، لأن ذلك يتطلـب موافقة مـن المعابـر الأمنيـة الإسـرائيلية. كذلـك يُـدرَج بعـض المـواد الأساسـية، مثـل سـماد نتـرات الأمونيـوم، أو الأحماض البسـيطة، في قائمة «الاسـتخدام المـزدوج»، ويُحظَر طلبها، نتيجة لاسـتخدامها المحتمَـل المزعـوم فـي الأسـلحة. وليس هـذا فقـط، بل إنّ عزلـة المنطقة تعني أن يظـل المجتمـع البحثي صغيرًا جـدًّا في الحجـم ويعاني من نقـص التمويل بدرجـة تجعله غيـر قـادر علـى تقديـم برامـج الدكتـوراة. ومـع ذلـك، فـإن تلـك التحديات لـم تقتـل الطمـوح.

يتجنـب بعـض العلمـاء الفلسـطينيين الذيـن يعملـون فـي بلـدان أخـرى الانخـراط فـي السياسـة. وعوضًـا عـن ذلـك، يعملـون علـى تنظيـم سـبل الدعـم العملـي، الـذي يأملـون فـي أن يسـاعد علـى خلـق رأس مال بشـري؛ لضمان إجراء بحوث عالية المسـتوى في المسـتقبل، عنـد عودتهـم إلـى وطنهـم. مـن جانبـه يراقـب مخلـص صـوان - وهـو عالِـم متخصـص فـي تكنولوجيا النانو - مختبره السـابق في القدس عن كثب من موقعه في معهد أوكيناوا للعلوم والتكنولوجيا في اليابان. يوجه صوان طلاب الماجسـتير في جامعة القدس، ويسـاعد النوابغ منهـم فـي الالتحـاق ببرامـج الدكتـوراة فـي بلـدان معينـة، مثـل: ألمانيـا، وفرنسـا، واليابان، بـل وحتـى فـي الجامعـة العبريـة فـي بعض الأحيـان. ويتفـق معظم طـلاب الدكتـوراة على العودة إلى جامعة القدس، بعد الانتهاء من تدريبهم. يقول صوان إن إسـهامه صغير، لكنه مجـز، ويضيـف: "إذا تمكنـتُ مـن إتاحـة الفرصة لفرد واحد، أستشـعر حينها مدى سـعادته".

بقولـه: "يجـب أن ينصَـبّ تركيزنـا بالكامل علـى العِلْـم، والمهنية". لا يعترض أحـد على هذا، فالجـو العام مفعم بالحماس والترقب.

ويـرى حـرز الله - الـذي يبلـغ مـن العمـر 33 سـنة فقـط - أن أعضـاء المبادرة الفلسـطينية لعلوم الأعصاب هم النواة لمركز بحثي مستقبلي عالمي المستوى في الأراضي الفلسطينية، كمـا أنـه يـدرب بعـض أفراد مجموعتـه على مهارات قيـادة الفريق. يُعَد عبد الرحمن سـوالمة، الحاصـل بالفعـل علـى درجة علمية في الطب، وينوي الانتقال إلـى ألمانيا في العام المقبل؛ لإتمام الحصول على درجة الماجسـتير، ثم الدكتوراة، واحدًا من أولئك الذين يتلقون تدريبًا على مهارات القيادة. وبمجرد أن يصل سـوالمة إلى ألمانيا، فإنه سـوف يتواصل بانتظام - عبر برنامـج «سـكايب» - مع أفراد مجموعته في المبادرة الفلسـطينية لعلـوم الأعصاب، تمامًا كما يفعل حرز الله؛ وذلك من أجل مشـاركتهم المعرفة التي يكتسـبها من الإشـراف على الأنشـطة البحثية ذات الصلة هناك. وبعد الحصول على درجة الدكتوراة، يرغب سـوالمة في الحصول علـى درجـة التخصـص فـي مجـال طـب علـم الأعصاب فـي ألمانيـا، لكـنّ نيته الراسـخة هي العـودة إلى وطنه بعد ذلك. يقول سـوالمة: "كـم هو رائع أن نبني شـيئًا رائدًا في فلسـطين".

ويجـد كثيـر مـن الأشـخاص الآخريـن الذيـن يناضلـون لإجـراء البحـوث فـي الأراضي الفلسـطينية أنـه مـن الصعـب تجنـب الحديـث فـي القضايـا السياسـية. فالمشـكلات الخاصة بإصـدار التصاريـح والتأشـيرات تُذكِّرهـم علـى الـدوام بتلك القضايا. لا يُسـمَح للفلسـطينيين من سـكان الضفة الغربية بالسـفر جوًّا إلى بلدان أخرى من المطارات الإسرائيلية دون تصريح خـاص، يقولـون إنـه من المسـتحيل عمليًّا الحصـول عليه. وعـادة ما يتعين عليهـم السـفر برًّا إلـى الأردن أولًا، مـا يضيـف يومًـا إضافيًّـا إلى مـدة الرحلة.

متاعب السفر

يُشترط على بعض سكان الضفة الغربية الحصول على تصاريح، حتى ولو للتنقل داخل الضفة الغربية نفسها. يقول العلماء الشباب من الرجال خاصة إنه كثيرًا ما يتم إيقافهم من قِبَل الجيش لتفتيشهم في المناطق الواقعة ما بين الحواجز الأمنية. طلب هؤلاء العلماء حَجْب أسمائهم؛ خشية من إدراج أسمائهم في القوائم الأمنية الإسرائيلية. ويقول أحدهم: "إنّ الوضع يزداد سوءًا بصفة يومية"، وهو شعور يتردد صداه في العديد من المناسبات. وقد صرَّح حسن الدويك، وهو عالِم في كيمياء البوليمرات، ونائب رئيس جامعة القدس لشؤون العلم والمجتمع، قائلًا: "نحن في سجن كبير".

يحتـاج الأجانب إلـى تأشـيرة من إسـرائيل لدخول الأراضي الفلسـطينية المحتلة. وحسـبما تفيد تقارير الجامعات الفلسـطينية، فإن هناك زيادة مفاجئة في عدد أعضاء هيئة التدريس الذيـن واجهتهـم مشـكلات مـع التأشـيرة. وكشـفت دراسـة اسـتقصائية أَجْرتهـا وزارة التعليم الفلسـطينية أن أكثـر مـن نصـف أعضاء هيئة التدريـس الأجانب في الجامعات الفلسـطينية، البالـغ عددهـم 64 عضـوًا، قـد واجهـوا مشـكلات تتعلـق إمـا برفـض التأشـيرات، أو تأخيـر

«بصفتنا فلسطينيين، فإن سبيلنا الوحيد للتنمية هو العمل على تطوير أنفسنا، وكلما زادت لدينا روح المبادرة، صرنا أفضل.»

أمـا عالِـم الأعصـاب محمـد حـرز الله - باحـث مـا بعْـد الدكتـوراة بجامعـة روتجيـرز فـي بيسـكاتاواي بولاية نيوجيرسـي – فيتعاون مع المبادرة الفلسـطينية لعلـوم الأعصاب (PNI) في جامعـة القـدس، التي أسسـها فـي عـام 2009. تضم المبـادرة حاليًّـا أكثر مـن 30 طالبًا يرغبون فـي أن يصبحـوا علمـاء، ويُجْـرون مشـروعات بحثيـة تحت إرشـادات عن بُعْـد مـن حرز الله.

يتعلق أحد المشـروعات ببيولوجيا «الاكتئاب»، الذي يبلغ معدل انتشـاره حوالي 30% في الأراضي الفلسـطينية، وهـي واحدة من أعلى النِّسَـب على مسـتوى العالـم. تَحصُـل المبادرة الفلسـطينية لعلـوم الأعصـاب علـى دعـم مالي مـن جهـات تبرُّع خاصـة، ومـن معاهد الصحة الوطنيـة الأمريكيـة. ويعمـل حـرز الله حاليًّا مـع علماء في ألمانيا علـى تقديم طلب للحصول علـى الدعـم مـن وزارة البحـوث الألمانيـة؛ لبنـاء مختبـر لصالـح المبـادرة الفلسـطينية لعلوم الأعصـاب، يتيـح للطـلاب الفلسـطينيين فحـص الاختلافات في النشـاط الكهربائي للمخ بين البشـر المصابيـن بالاكتئـاب، وغيـر المصابين بـه.

ويجتمـع طـلاب المبـادرة الفلسـطينية لعلـوم الأعصـاب حـول طاولـة كبيـرة، لإطلاع حـرز الله علـى أحـدث المسـتجدات فيمـا يخـص تقدُّمهـم الفـردي، من خـلال اجتماعـات أسـبوعية عبـر برنامـج «سـكايب» Skype، تُجـرى قبل طلـوع النهار في نيوجيرسـي.

تتسـم المناقشـات بالحيويـة، بيـد أن حـرز الله لا يتسـاهل مع أي شـخص يأتي متأخرًا، أو يتخطى موعـد تسـليم شـيء هيّـن، أو يهمل في كتابة رسـالة بريد إلكتروني. كذلك يمنع حرز الله أي نقـاش سياسـي فـي مختبره، ويقول إنه قد يشـتت الانتباه، ويسـبب مشـكلات. ويتابع

حصولهـم عليهـا، دون تفسـير، وذلـك خـلال العاميـن الدراسـيين الماضييـن. وفـي مؤتمـر صحفـي عُقـد فـي شـهر يوليـو الماضي، صـرّح صيدم قائـلًا إن هذه المشـكلة "تهـدم جودة برامـج التعليـم والبحـث العلمـي فـي جامعاتنـا".

لـم تسـتجب منظمـة COGAT الإسـرائيلية (منظمـة تنسـيق أعمـال الحكومـة فـي المناطق)، المسـؤولة عـن التأشـيرات، لطلبـات دوريـة *Nature* للحصـول علـى تعليقـات منهـا بشـأن المشـكلات المحـددة التـي يقابلهـا الأكاديميـون، ولكنهـا أبلغـت الدوريـة أنـه لـم يطـرأ أي تغييـر علـى سياسـة التأشـيرات الخاصـة بهـا، وأن "كل حالـة يُنظـر فيهـا بموضوعيـة تامـة".

تقـول جامعـة بيرزيـت إن 8 مـن أصـل 20 مـن أعضـاء هيئـة التدريـس الأجانـب بهـا لـم يتمكنـوا مـن الحصـول علـى تأشـيرات دخـول فـي العاميـن الماضييـن، وهو الأمـر الذي يصفه أبـو حجلـة بالمشـكلة الكبيـرة. إنّ وجـود علمـاء دولييـن يُبْقِي تلـك الجامعات المعزولة نسـبيًّا علـى اتصـال بالعالـم، كمـا يقـول، "لكـن مسـألة صعوبـة الحصـول علـى تأشـيرة تجعـل من الصعـب جـدًّا قـدوم هـؤلاء العلمـاء والاحتفـاظ بهـم".

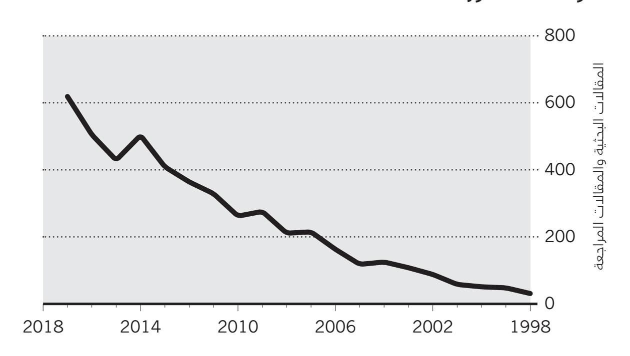
ورغـم كل التحديـات، نجحـت الجامعـات فـي زيـادة نتاجهـا مـن البحـوث. وفقًـا لقاعـدة بيانات «سـكوبس» Scopus، فإن معدَّل المنشـورات العلمية الصادرة من جامعات فلسـطينية قد تضاعَـف ثلاث مرات تقريبًا في العقد الماضي، رغم أن المسـتوى العام ما زال منخفضًا، وأن العديـد مـن الأعمـال المنشـورة هـو نتـاج لمشـروعات تعـاوُن دولـي كبيـرة فـي القطـاع الصحـي (انظـر: «إحصائيـات العلـوم»).

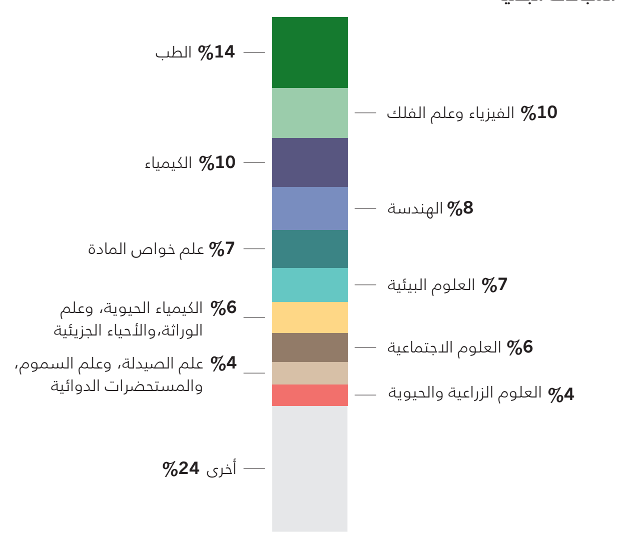
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إحصائيات العلوم

SOURCE: SCOPUS

شهدت السنوات العشرون الماضية زيادة بالغة في عدد المؤلفات المنشورة في قاعدة بيانات «سكوبس» Scopus لعلماء من الأراضي الفلسطينية. وتغطي تلك المؤلفات مجموعة واسعة من المجالات البحثية.





تُلقِي التوترات الناتجة عن الاحتلال وعن غياب التقدم نحو السلام بظلالها في كل مكان على العلماء في إسرائيل، التي يزيد فيها الدعم المالي الحكومي للبحوث والإنتاج العلمي عن متوسط الاتحاد الأوروبي. تحتل إسرائيل المركز الثاني بعد سويسرا فيما يخص عدد المِنَح المرموقة التي يحصل عليها علماؤها من المجلس الأوروبي للبحوث، وذلك بالتناسب مع عدد سكانها. وتلتزم المنظمات والمؤسسات العلمية - بما فيها الجامعات - بالحياد الحذر بشأن القضايا السياسية، كما يفضِّل كثير من العلماء الأفراد تجنب إثارة المشكلات.

ومع ذلك، الجميع ليسوا متحفظين بهذه الدرجة. يقول إيلاي بولاك - وهو عالِم في الفيزياء بمعهد وايزمان للعلوم في رحوفوت، وهو أيضًا عضو في مجلس التعليم العالي الإسرائيلي - إن الهجمات الإرهابية الفلسطينية بعد الانتفاضة الثانية، والخطر المستمر المتواصل، ولو بدرجة أقل، يبرران حالة اليقظة والحذر بشكل دائب من جانب منظومة الدفاع الإسرائيلية. كذلك أظهر الرأي العام الإسرائيلي دعمًا وتأييدًا قويًّا لمسألة تعزيز التدابير الأمنية. وقد حاز حزب رئيس الوزراء بنيامين نتانياهو على أكبر عدد من الأصوات في انتخابات عام 2015، بفضل برنامج انتخابي يرتكز على النواحي الأمنية.

ومع ذلك فإن القرارات الحكومية - وبالأخص الحساسة منها، التي تمس الأوساط الأكاديمية - تكشف عن انقسامات بالغة داخل المنظمات العلمية. يُعَد عالِم الحاسب الآلي ديفيد هاريل، الذي يعمل أيضًا في معهد وايزمان، من أشد المنتقدين للسياسة الإسرائيلية التي تؤدي - حسب قوله - إلى إقامة دولة عنصرية تفصل بين الشعبين الفلسطيني واليهودي، وتحرم الشعب الفلسطيني من الحصول على كثير من الحقوق الأساسية.

انتقد ناشطون في مجال حقوق الإنسان كذلك بشدة سياسات الحكومة الإسرائيلية في الأراضي الفلسطينية، وثارت مخاوف أيضًا بشأن طريقة تعامُل القادة الفلسطينيين مع الشعب في هذه المنطقة. فقد ذكر تقرير منظمة «هيومن رايتس ووتش» Human Rights Watch في شهر أكتوبر الماضي أن السلطة الفلسطينية في الضفة الغربية، وحركة المقاومة الإسلامية «حماس» في غزة تسحقان المعارضة باستخدام العنف والاعتقال، مما يحدّ من حرية التعبير في تلك المناطق.

أما في إسرائيل، فقد أثارت عدة قرارات حكومية في العام الماضي موجة من الاحتجاجات من جانب العاملين في المجال الأكاديمي. تَبَنَّى وزير التعليم نفتالي بينيت قانونًا في فبراير الماضي، من شأنه إنشاء جامعة جديدة في أرئيل، وهي كبرى المستوطنات في الضفة الغربية، تحت رعاية مجلس التعليم العالي الإسرائيلي. يُعَد القانون المقترح بمثابة سابقة ليس لها مثيل، ويحمل أهمية سياسية كبيرة، إذ تقع أرئيل خارج سيادة الحدود الإسرائيلية، ويرى البعض ذلك القانون كبادرة لضَمّ تلك البلدة.

اعتبر هاريل - الذي يشغل منصب نائب رئيس أكاديمية إسرائيل للعلوم والإنسانيات - وبعض أعضاء الأكاديمية الآخرين أن تلك الخطوة أيضًا تشكل خطرًا على سلامة قطاع العلوم في إسرائيل، نظرًا إلى أنها تسببت في استياء زملائهم على المستوى الدولي. رأى هاريل أنه ينبغي على الأكاديمية إصدار بيان معارضة، لكن رئيسة الأكاديمية نيلي كوهين خالفته في الرأي. "إنه قرار سياسي من الحكومة الإسرائيلية، والأكاديمية لا تتخذ مواقف بشأن القضايا السياسية"، كما تقول، وهي محامية في جامعة تل أبيب.

ومن ثم أعدّ هاريل خطابًا عامًّا، وقَّع عليه 51 من أصل 115 عضوًا في الأكاديمية، محذرًا فيه من أن ذلك القانون المثير للجدل قد يؤدي إلى تشديد إجراءات المقاطعة الدولية للأوساط الأكاديمية في إسرائيل، ولكن على أيّ حال تم إقرار القانون في 12 فبراير.

وفي صراع آخر نشب في الآونة الأخيرة، رفض وزير العلوم أوفير أكونيس في يوليو الماضي ترشيح عالمة الأعصاب يائيل أميتاي لعضوية اللجنة العلمية التابعة للمؤسسة الألمانية الإسرائيلية للبحث العلمي والتنمية (GIF)، التي تمنح ما يقرب من 12 مليون يورو سنويًّا لمشروعات التعاون البحثي. يقول أكونيس إنه استبعد أميتاي على خلفية توقيعها في عام 2002 عريضة تدعم فيها أعضاء هيئة التدريس وطلاب الجامعة الرافضين لأداء الخدمة العسكرية في الأراضي الفلسطينية. أثارت تلك القضية موجة من الاحتجاجات في إسرائيل وألمانيا. في إسرائيل، وقَّع أكثر من 1,300 من أعضاء هيئة التدريس على الْتِماس يحتجون فيه على أن ذلك القرار يمثل تدخلًا سياسيًّا في الشؤون العلمية، ودعوا إلى مقاطعة المؤسسة الألمانية الإسرائيلية للبحث العلمي والتنمية، إلى أن تُعيِّن أميتاي. كما استقال اثنان من أعضاء اللجنة العلمية الألمان في المؤسسة ذاتها.

وقدمت رابطة رؤساء الجامعات في إسرائيل دعوى إلى محكمة العدل العليا، من أجل تحديد ما إذا كان رفض ترشيح العالمة المذكورة من ضمن حقوق أكونيس، أم لا. وذكر أكونيس أنه فعل ذلك، ليس بسبب آراء أميتاي، بل لأن العريضة التي قدمتها كانت تشجع على "رفض الخدمة العسكرية في صفوف قوات الدفاع الإسرائيلية". وفي الحادي عشر من نوفمبر الماضي، قضت المحكمة بأنّ الدعوى المقدَّمة ضد قرار أكونيس تتضمن أسبابًا موضوعية وجيهة. ولا يحق لأكونيس تعيين شخص آخر، حتى يُفصَل في القضية.

لا شك أن سياسات الاحتلال تزيد من تعقيد الأمور بالنسبة إلى العلماء الفلسطينيين، لكنّ الدعم المالي المحدود، وعدم انتظامه يُعتبَران من منغصات الحياة أيضًا. يقول معتز القطب - وهو عالِم في الكيمياء، يدير مختبرًا في أحد أركان الحرم الجامعي المركزي الأنيق لجامعة القدس - إنه لا يمكنه الالتزام بأجندة بحثية واضحة، ولكنْ يتحتم عليه أن يتأقلم مع أيّ فرصة للتمويل قد تظهر من حين إلى آخر، ويكون من الممكن أن يَستخدِم فيها أجهزته ومعداته القديمة. ويناضل القطب لتشغيل مطياف الكتلة الذي يقتنيه، والذي اشتراه بأموال منحة ألمانية، وكذلك أحواض السمك التي يستخدمها في دراسات علم السموم، لأنه لا يستطيع إيجاد تمويل لتغطية تكاليف الصيانة والإصلاح. وشارك القطب في مشروعات الاتحاد الأوروبي بشأن التنوع الحيوي في قرية من قرى التراث العالمي بالقرب من بيت لحم، كما حلل المعادن الثقيلة في إمدادات المياه المحلية، والتلوث الناجم بشكل جزئي عن اقتصاد إعادة تدوير النفايات الإلكترونية غير الرسمي الذي نشأ في الأراضي الفلسطينية. ويقول: "لسنا أحرارًا في القيام بما نريد، لكننا نأمل في بناء مستقبل أفضل".

وفوق ذلك كله، يجب على العلماء التعايش مع كثير من المضايقات الناتجة عن البيئة الفقيرة في المنطقة، ولا سيما ضعف البنية التحتية العامة، بما في ذلك الطرق التي لا تخضع للصيانة والمليئة بالحفر، التي تسهم في بطء الحركة المرورية، بصرف النظر حتى عن الطوابير الطويلة المُصطفّة على الحدود.

في العام الجديد، سوف تقل - إلى حد ما - معاناة دلال سعيد من تلك الطرق المتهالكة، حيث حصلت على تصريح يتيح لها المبيت في القدس الغربية، مما يخلِّصها من أعباء السفر اليومي. تتقدم دلال خطوة بخطوة ببطء، ولكن بخطًى ثابتة نحو تحقيق هدفها، الذي يتلخص في أن تصير "باحثة ما بعد الدكتوراة، لكي تصبح أستاذة جامعية، إنْ لم تكن في فلسطين، ففي أي مكان آخر". ■

أليسون أبوت كبيرة مراسلي دورية *Nature* للقارة الأوروبية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



رائدة العلوم في العالم العربي

متـاحـةٌ الآن للجـميــــع ..

In print

Twitter

Facebook

YouTube

Nature Podcast

arabicedition.nature.com

tumblr.com

Mobile App

لقد كانت مهمتنا دومًا إيجاد سُبُل جديدة ومبتكرة لمشاركة أحدث الاكتشافات في مجال العلوم، وتطوير النقاش بين المجتمع العلمي العالمي. وتُعَدّ دوريّة *Nature* الطبعة العربية بمنزلة مُنْتَدَاك الخاص لقراءة أحدث الأبحاث، ومشاهدتها، والاستماع إليها، والمشاركة فيها.











STARWORKS NETWORK

مجموعة من الأطفال من مستخدمي الأطراف الصناعية، والقائمون على رعايتهم يتحدثون إلى الباحثين وممثلي الصناعة بشأن تحسين الأطراف الصناعية.

الإنتاج المشترك مِن المقترَح إلى الورقة البحثية

ثلاثة أمثلة تبين كيف يمكن توسيع نطاق المشاركة العامة في البحوث في كل مرحلة من العملية البحثية؛ من أجل إنتاج معرفة مفيدة

جاري هيكي

خمس طرق لتقاسم السلطة

كبير مديري المشاركة العامة في «إنفولف» INVOLVE، وهو فريق استشاري للبحوث الصحية في المملكة المتحدة

يمكن تعريف المشروع الذي يجري إنتاجه بشكل مشترك بأنه مشروع يتقاسم فيه الباحثون والعاملون وجمهور العامة السُّلْطة والمسؤولية عن العمل في جميع مراحله. و"أسباب" عملية المشاركة هذه بديهية؛ فالمرضى والجمهور لهم الحق في أن يكونوا أكثر من مجرد مشاركين في الأبحاث، ومشاركتهم قد تؤدي إلى نتائج أفضل. لنأخذ، على سبيل المثال،مشروع التعاون البحثي بشأن الأطراف الصناعية للأطفال. لقد جمع ذلك المشروع بين الأطفال وأسرهم من ناحية، وبين دائرة الصحة الوطنية وقطاع الصناعة والأوساط الأكاديمية من ناحية أخرى، وقد قام بتمويل المشروع المعهد الوطني للبحوث الصحية في المملكة المتحدة (NIHR). تمخض هذا المشروع عن ابتكارات وتحسينات تعكس ما يحتاج إليه الأطفال والأُسَر.



الإنتاج المشترك للبحوث
عدد خاص من دورية *Nature*
nature.com/collections/coproduction

في الغالب، لم يسبق للخبراء والأكاديميين الذين يتولون تطوير الأطراف الصناعية أن سمعوا من الأسر والأطفال كيف يمكن لطرف غير مناسب، أو غير جذاب، أن يقيد الطفل في المنزل، وفي قاعات الدرس، وفي أماكن اللعب.

من جهة أخرى، تبدو "كيفية" الإنتاج المشترك أقل وضوحًا. على مدار العامين الماضيين ونصف العام، تعاونتُ مع زملاء من المعهد الوطني للبحوث الصحية وخارجه من أجل وضع توجيهات إرشادية بشأن الإنتاج المشترك، وإنشاء شبكة دولية لدعم مشاركة المرضى والجمهور في البحوث الصحية. يتمثل الجانب الأساسي من عملي في «إنفولف» - وهو قيادة المجموعة الاستشارية الوطنية بالمعهد الوطني للبحوث الصحية في إنجلترا، - في تعزيز مشاركة العامة في بحوث مجال الصحة الرعاية الاجتماعية. عقد فريقنا ورشات عمل، ومناقشات ◄

مائدة مستديرة متكررة، وأجرى كثيرًا من المشاورات، إلى جانب استعراض المؤلفات العلمية؛ من أجل توصيف الإنتاج المشترك. رأى أعضاء من الجمهور أن العديد من الباحثين والممارسين يزعمون أن عملهم قد أُجري بصورة مشتركة، ولكنهم مع ذلك، لا زالوا لا يُقدِّرون أن معرفة المريض لها القدر نفسه من القيمة والأهمية، أو يبذلون جهدًا؛ لضمان أن يكون لصوت المريض سُلْطة حقيقية.

حددنا مجموعة قليلة من المبادئ التي تسهم في تعريف الإنتاج المشترك. وكان أهمها هو مبدأ تقاسم السُّلطة، بمعنى أنه لم يعد حكرًا على الباحثين أو الممارسين اتخاذ جميع القرارات الرئيسة، أو الاضطلاع بجميع المسؤوليات.

يَعتمِد تقاسُم السُّلطة على بناء شبكة علاقات فيما بين الباحثين، والممارسين، وأفراد الجمهور المشاركين في المجموعة البحثية، إلى جانب الحفاظ على استمرارية تلك العلاقات. يشير هذا إلى التفكير المستمر في التفاوت في السُّلطة، والتعامل مع ذلك التفاوت؛ لبناء الثقة. فعلى سبيل المثال، قام أعضاء الفريق في مشروع دراسة لزيادة عدد الاستجابات تجاه ردود أفعال المرضى على شبكة الإنترنت بإعداد الكعك، والتواصل باستخدام شبكات التواصل الاجتماعي؛ لإبعاد الناس عن جو العمل. في مقدور الجميع المشاركة في تلك الأنشطة الودية، وإتاحة فرصة للناس لأن يتجاذبوا أطراف الحديث، ويخففوا من حدة التوتر. إذن، لا بد من تخصيص الوقت لبناء فِرَق العمل بشكل واضح في دورة البحث. هذا، ويساعد عقد الاجتماعات في بيئة محايدة، مثل المكتبة المحلية، وإتاحة الفرص لاستقبال ردود الأفعال بشكل دوري على بناء علاقات مفتوحة وقائمة على الثقة بين أعضاء الفريق.

كما يجب إدراج جميع وجهات النظر، والمهارات ذات الصلة. ففي بداية أي مشروع بحثي، ينبغي على فريق العمل التفكير في مجالات المعرفة، والآراء، والخبرات، والمهارات المطلوبة، وكيفية ضمان التنوع والشمول. ويجب على أعضاء الفريق أن يطرحوا سؤالًا جماعيًا: ما الآراء غير المُمثَّلة حول المائدة؟

ينبغي الإعراب عن الاحترام والتقدير للمعرفة التي يمتلكها جميع أعضاء الفريق، فعلى سبيل المثال، في مشروع لتحديث مراجعة منهجية للعلاج الطبيعي لمرضى السكتات الدماغية (أجرته وحدة بحوث التمريض وتوليد النساء والمهن الصحية المساعدة في جامعة جلاسجو كالدونيان بالمملكة المتحدة)، وضع الفريق العامل الذي ضم أشخاصًا نجوا من السكتة الدماغية، ومقدمي الرعاية، والأخصائيين في العلاج الطبيعي، والمعلمين مجموعة من القواعد. فلكي يَسهُل على الجميع إيصال أصواتهم، لن يسمح لأي شخص بإقحام نفسه في المناقشة الجماعية، دون رفع يده أولًا. ومن أجل تفادي هيمنة بعض الأشخاص على دفة المناقشات، لم يُسمَح لأحد بالحديث بشكل متواصل لمدة تزيد على دقيقتين.

لا شك أن المنفعة المتبادلة أمر حتمي؛ إذ يُفترض أن يشعر الجميع بأنهم يحصلون على شيء مقابل العمل في مشروع معين. فبالنسبة إلى المرضى، قد تتمثل تلك المنفعة في مشاركتهم في شبكات اجتماعية أكبر وأفضل، أو حصولهم على تدريب، أو مشاركتهم في النشر والتقديم، أو تعزيز ثقتهم بأنفسهم، أو إحساسهم بالإسهام في الصالح العام، بل وكسب المال. ومثال على ذلك، استهدف مشروع أُجْرته جامعة نيوكاسل تطوير وسائل؛ لمساعدة الصغار المصابين بإعاقات عصبية على المشاركة في الأنشطة الترفيهية. وقد شاركت مجموعة من الباحثين والأطفال المتضررين والفنانين في إنتاج فيلم رسوم متحركة؛ لمشاركة النتائج. ويواصل صناع الفيلم المعروفون باسم «AniMates» إنتاج أعمال فنية عن مشروعات بحثية، ويتعاونون حاليًّا مع باحثين، وفِرق استشارية أخرى.

قد يكون من الصعب على الباحثين تقاسم السُّلطة حقًّا عندما تكون الجامعات في الغالب هي الجهة الرئيسة المتلقية للمنح البحثية، ويكون الأكاديميون المسؤولين في نهاية المطاف عن كيفية إنفاق الأموال. ويمكن لأنواع جديدة من الشراكات تقديم يد العون، فعلى سبيل المثال، موَّلَت المؤسسة الخيرية «بحوث الكحول في المملكة المتحدة» مشروعها المشترك الخاص مع جامعة بيدفوردشير في لوتون؛ لاستكشاف معاناة كبار السن في المراكز الداخلية لإعادة تأهيل مدمني الكحوليات، بدلًا من تسليم الزمام بشكل كامل إلى إحدى الجهات المتلقية للمنح.

لن يتحقق الإنتاج المشترك لمجرد أنه أمر جيد؛ فالطريقة التي يجري بها حاليًّا تمويل البحوث وتنظيمها تشكل عقبة أمام تحقيق هذه المبادئ، وينبغي على صانعي السياسات، وجِهَات التمويل، والمؤسسات، والدوريات العلمية، والمدافعين عن حقوق المرضى وغيرهم تغيير ممارساتهم وثقافاتهم؛ من أجل تفعيل مسألة إقامة العلاقات الضرورية، وتيسير عملية تقاسم السُّلطة.

تيسا ريتشاردز

كيف نجعل المرضى يراجعون الأوراق البحثية

كبير محررين بـ«الدورية الطبية البريطانية» The BMJ، ورئيس مبادرة الشراكة مع المرضى التي تباشرها الدورية

في دوريتنا الإكلينيكية، «الدورية الطبية البريطانية»، يلعب المرضى والمدافعون عنهم دورًا فعالًا في صنع القرارات اليومية. ولطالما أيّدت الدورية الشراكة مع المرضى في مجال الرعاية الصحية. وقبل خمس سنوات، كثّفنا مناصرتنا لتلك القضية. ولعل ما حَفّزنا على القيام بذلك هو القلق المتزايد بشأن النظم الصحية الغربية المسرفة وغير المنصفة، التي فشلت في خدمة المرضى بشكل مُرضٍ.

أسّسنا فريقًا دوليًّا يضم مجموعة من المرضى والمدافعين عنهم، وسألناهم عما ينبغي علينا القيام به، لكي "نترجم الأقوال إلى أفعال" فيما يخص الشراكة مع المرضى في عمليات التحرير الخاصة بالدورية. وقد كُلفتُ بالعمل مع الفريق ومع زملائي في هيئة التحرير، لوضع وتنفيذ استراتيجية خاصة بالدورية الطبية البريطانية للشراكة مع المرضى.

اجتذب الأمر اهتمامًا كبيرًا؛ فنحن نستمع أسبوعيًّا إلى المرضى، والعاملين في مجال الصحة، وصانعي السياسات من شتى أنحاء العالم ممن يشاطروننا حماسنا لمسألة الشراكة. ويحرص هؤلاء الأشخاص على لفت الانتباه إلى عملهم، وإلى معرفة المزيد عما نفعله.

كان قيامنا بإدراج مراجعة المرضى والجمهور إلى جانب عمليات مراجعة الأقران التقليدية أول تغيير أدخلناه، حيث طبّقناه في البداية على الأوراق البحثية، ثم على المقالات التثقيفية، ومقالات التعليقات العلمية أيضًا. إننا نقدم دعوة مفتوحة إلى الناس، للانضمام إلى قاعدة بياناتنا، التي تضم مراجعين من المرضى ومن الجمهور. وبالفعل قام ما يقرب من 700 شخص بالتسجيل. كما ينشد المحررون الحصول على تعليقات من المراجعين الذين تتطابق تجاربهم الحياتية - قدر المستطاع - مع الأوراق البحثية قيد النظر.

ومن المخطط إجراء دراسة رسمية للمبادرة، حيث كانت ردود الأفعال غير الرسمية مشجعة. وينوه المحررون إلى أن المراجعين من المرضى والجمهور يقدمون وجهات نظر قيِّمة مكملة لتلك التي يقدمها المراجعون الأكاديميون. وتشمل تلك الآراء نظرة متعمقة بخصوص التأثير الأوسع نطاقًا للمرض، من النواحي البيولوجية، والنفسية، والاجتماعية، و"عبء" العلاج، وكيفية تعامل الأشخاص مع حالتهم الصحية بأنفسهم، وما إذا كانت التدخلات ممكنة من الناحية العملية، أم لا. وقد طلب بعض المراجعين من المرضى من المؤلفين تعديل البيانات التي لا تدعمها أدلة قوية؛ وذلك لتجنب إثارة آمال غير مبررة في مجتمع المرضى. كما أشاروا إلى الاستخدام غير المقصود لعبارات مسيئة تنطوي على انتقاص للمرضى، مثل "المريض فشل في العلاج". وقد أخبرنا المؤلفون أنهم الآن يفكرون بشأن كيف يمكن رؤية أبحاثهم من خلال أعين المراجعين من المرضى.

وجدت دراسة استقصائية شملت مراجعينا من المرضى والجمهور أنهم يُقدِّرون كثيرًا الفرصة الممنوحة لهم للتعليق على الأوراق البحثية الخاصة بالدورية الطبية البريطانية، والمشاركة في عملنا (S. Schroter *et al*. *BMJ Open* **8**, e023357; 2018). ويرى الكثيرون أنها وسيلة لاستخدام تجربتهم مع المرض في مساعدة الآخرين. تعلمنا كذلك أننا بحاجة إلى شرح عمليات التحرير بشكل أكثر وضوحًا، والتواصل مع المراجعين بصورة أكبر. لذا، تتناول توجيهاتنا الآن مخاوف المراجعين (على سبيل المثال، توضيح أنه لا بأس من رفض دعوة للمراجعة)، كما أننا نرسل نشرات إخبارية منتظمة، نشكر فيها المراجعين على دعمهم، ونُطلِعهم على أحدث التطورات.

يساعد المحررون من المرضى، وكذلك الحوار المتواصل المفعم بالحيوية الذي نجريه مع فريق المرضى لدينا على تنفيذ جميع جوانب استراتيجيتنا. ويأتي في الصدارة الشرط الذي يقضي بأنْ يحدد المؤلفون الذين يتقدمون بمخطوطة بحثيةٍ ما إذا كان المرضى قد شاركوا في إعداد سؤال البحث، وتصميم الدراسة، وتنفيذها، وتعميمها، أم لا، إلى جانب تحديد الكيفية التي تمت بها تلك الأمور. هذا، ويكتب المرضى والمدافعون عنهم في دوريتنا، ويشاركون في مجلس التحرير، ويتمتعون بعضوية اللجان الاستشارية للمؤتمرات التي ننظمها، ويشاركون في فرق العمل التي تتولى تحكيم جوائزنا السنوية.

وجدير بالذكر أن التغييرات التي استحدثناها تنتشر حاليًّا بشكل تدريجي عبر مجموعة الدوريات المختلفة الخاصة بالدورية الطبية البريطانية. وقد اتخذت بضع دوريات أخرى خطوات مماثلة، مثل دورية طب النساء والتوليد (BJOG)، كما استجاب المرضى من خلال وضع ميثاق يدعو إلى إدراج المرضى في عمليات التحرير الخاصة بالدوريات الطبية (انظر: https://patientsincluded.org). وفي اعتقادنا أن إدراج المرضى سوف يساعد على تحسين نوعية الأبحاث الصحية.

جيف شيهي

اسأل المرضى.. أيّ الأبحاث تستحق التمويل؟

عضو مجلس إدارة معهد كاليفورنيا للطب التجديدي، الولايات المتحدة الأمريكية

في عام 2004، خصص الناخبون في كاليفورنيا مبلغ ثلاثة مليارات دولار أمريكي في شكل سندات؛ لإنشاء معهد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



آن كلاين (الثانية من اليمين) هي واحدة من ضمن المدافعين عن المرضى في فريق يُجري تجربة إكلينيكية على ابنها إيفريت شميت (أقصى اليمين) المصاب بالعوز المناعي المشترك الوخيم.

كاليفورنيا للطب التجديدي (CIRM)، الذي يتولى تمويل الأبحاث؛ من أجل إنتاج علاجات من الخلايا الجذعية. ويملك المدافعون عن المرضى - على غير المعتاد، وأنا منهم - سلطة رسمية في المعهد. ومِن بين أعضاء مجلس الإدارة، الذين يبلغ عددهم 29 عضوًا، هناك 12 مقعدًا مخصصًا للمدافعين عن المرضى، بما في ذلك رئيس المجلس ونائبه. ويشارك أعضاء المجلس في مراجعة الأقران لجميع المِنَح، بما في ذلك طلبات المنح الخاصة بالمرحلة الإكلينيكية. وبمجرد اكتمال المراجعات الرسمية، نُجري عملية تصويت بشأن الموافقة النهائية على جميع المنح. ولا بد أيضًا من وجود أحد المدافعين عن المرضى في كل فريق من الفرق الاستشارية الإكلينيكية، البالغ عددها 68 فريقًا، التي توجه مشروعات المراحل المتأخرة، مثل تجربة يمولها المعهد، وتهدف إلى دراسة العوز المناعي المشترك الوخيم.

في عام 1997، تم تشخيص حالتي على أنني مصاب بفيروس نقص المناعة البشرية (HIV). وعلى مدار العقود الثلاثة الماضية كنت من الناشطين في مجال الدفاع عن حقوق الأشخاص الذين ينتمون إلى أقليات جنسية، وإلى تلك المتعلقة بالنوع (المثليات، والمثليين، ومزدوجي الميل الجنسي، والمتحولين جنسيًّا، وغيرهم من الأقليات ذات الصلة)، بل وقمت بتنسيق عصيان مدني. شغلتُ منصبًا تشريعيًا في سان فرانسيسكو، وكنت مدير التواصل في معهد بحوث الإيدز بجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو. وعندما تم تعييني في مجلس إدارة معهد كاليفورنيا للطب التجديدي، لم تكن لديَّ أي رغبة في أنْ أصبح مجرد مشجع، أو أن أصدق بشكل آلي على قرارات يمكن أن تؤثر على حياة الناس.

وكنت أتوقع وجود أصوات معارِضة؛ فالتشريع الذي تم بموجبه إنشاء معهد كاليفورنيا للطب التجديدي أتاح للمدافعين عن المرضى أن يعبِّروا عن آرائهم، ولكن العلماء يفتقرون إلى خبرة الاضطرار إلى الإصغاء. لقد شكك العديد من الباحثين في أن المدافعين عن المرضى يمكنهم حقًّا المشاركة في عملية صنع القرار، ولكن مع مرور الوقت تطورت العلاقات بين هؤلاء المدافعين وبين المراجعين من العلماء، وهدأ التشكيك.

إنّ للزمن والألفة دورًا رئيسًا في ذلك؛ فغالبًا ما تستغرق عملية مراجعة المنح في معهد كاليفورنيا للطب التجديدي بضعة أيام، حيث يلتقي الناس ويجلسون معًا أثناء الاجتماعات والوجبات.

> «المدافعون عن المرضى أكثر ميلًا واستعدادًا لتأييد العلوم الخارجة عن المألوف».

وقد أُتيحت لنا الفرصة للتعرف على بعضنا بعضًا خلال مناقشات قوية بشأن نُهُج مختلفة إزاء ماهية البحوث التي ينبغي تمويلها، وعلى سبيل المثال، الأمراض الشائعة بشدة في مقابل الأمراض النادرة التي تهملها شركات الأدوية. وبعد 12 عامًا من هذه اللقاءات والتجمعات، نَمَت علاقة صداقة بين كثير من المراجعين، وصاروا ينصتون إلى إسهامي وغيري من المدافعين عن المرضى، بل ويرحبون بها.

لا تبدو تلك النقاشات ذات طابع أكاديمي بالنسبة لنا؛ فالمراجعون العلميون من ذوي الخبرة غالبًا ما يركزون على الاحتمال الكبير للفشل، أما المدافعون عن المرضى، فهم أكثر ميلًا واستعدادًا لتأييد العلوم الخارجة عن المألوف. وبمقدورنا اتخاذ قرارات مستنيرة لقبول المخاطر العالية، إذا كان ذلك متوازنًا مع إمكانية الحصول على مكافأة كبيرة. وعلى سبيل المثال، فإنني أُولي اهتمامًا خاصًّا لطلبات المنح التي تحصل على درجات شديدة التباين من قِبَل المراجعين. ويظهر تأثيرنا - في بعض الأحيان - في شكل تمويل منحة محفوفة بالمخاطر على حساب منحة أخرى أكثر أمانًا، وحاصلة على متوسط درجات أعلى.

وفيما يخص التطبيقات الإكلينيكية، قد يكون الخبراء أقل حماسًا عندما تكون أفضل نتيجة ممكنة هي مجرد نتيجة جزئية، مثل أن يتمكن شخص يعاني من إصابة في الحبل الشوكي من إعادة استخدام ذراعيه، ولكنه يظل فاقدًا القدرة على المشي، لكن ذلك التحسن الجزئي كفيل بأن يسمح لذلك الشخص بالانتقال مِن كرسيه المتحرك وإليه من أجل استخدام سيارة، كما يتيح له القدرة على الكتابة، وإرسال الرسائل النصية، وأن يعيش حياة مستقلة، بدلًا من احتياجه الدائم إلى الرعاية على مدار الساعة. أعتقد أنه عندما يتعلق الأمر بالمناقشات الخاصة بالتمويل، فإننا نقدم فهمًا أوضح للتأثير على المرضى.

يمكن أيضًا للمدافعين عن المرضى أن يكونوا أكثر تشككًا بشأن الاستراتيجيات التي تعطي اعتبارًا للفسيولوجيا البشرية، لكنها تهمل السلوك. وتشمل تلك الاستراتيجيات علاجات فيروس نقص المناعة البشرية، المسماة "اضرب، واقتل"، التي تحظى بالدعم عمومًا في أوساط العلماء، والتي تعمل على التخلص من الفيروس، ولكنها لا تفعل شيئًا لمنع تكرار الإصابة بالمرض.

لقد تَصَدَّر الناشطون في مكافحة متلازمة نقص المناعة المكتسبة (الإيدز) مجال الدفاع عن المرضى بطرق عديدة، ويشار إلى هذا المجال رسميًّا الآن في أوروبا باسم "الإنتاج المشترك". يوفر الأشخاص الذي يعيشون تحت وطأة ظروف صحية معينة، وكذلك الذين يتولون رعايتهم، السياق والنقاط المعاكسة للحكمة العلمية غير القابلة للنقاش.

وخلال فترة عمل معهد كاليفورنيا للطب التجديدي، قدم المعهد ما يقرب من 1000 منحة، ووفر التمويل لعدد 49 تجربة إكلينيكية، فضلًا عن تجارب العلاجات الجينية التي أنقذت حياة عشرة أشخاص مصابين بأمراض مختلفة نادرة في الجهاز المناعي. لقد واجه المعهد في مسيرته الكثير من الجدل بالتأكيد، ولكن في اعتقادي أن المدافعين عن المرضى ساعدوه على الصمود أمام تلك العواصف، وتجاوزها، وعلى توجيه الدفة نحو المسار الأفضل. ■



EYE OF SCIENCE/SPL

صورة لحشرة بق الفراش تحت الفحص المجهري الإلكتروني.

علوم بيئية

غابة في سريرك

يغوص **ويليام فوستر** في كتاب عالِم الأحياء روب دان عن الكائنات الحية التي تعيش داخل منازلنا، وعلى أجسادنا.

يدعونا عالِم الأحياء روب دان إلى رحلة برية، يرصُد من خلالها الأحياء البرية التي تعج بها أجسادنا، وكل ركن في منازلنا. ويعتقد أن تلك الكائنات التي تنتشر حول سرة الإنسان، وتحت دش الاستحمام، تثير لدينا نوعًا من الدهشة كتلك التي يشعر بها معظمنا فقط لدى رؤية الكائنات التي تقطن منطقة فوهة نجورونجورو المحمية في تنزانيا، أو الحاجز المرجاني العظيم في أستراليا. ودان ليس مجرد معلِّق مُطلع ومسلٍّ، فهو بمثابة ديفيد أتينبارا مجال التنوع الحيوي للكائنات الأليفة. وهو عالم، توصلت مجموعته البحثية في جامعة ولاية كارولينا الشمالية بمدينة رالي الأمريكية إلى العديد من الاكتشافات الموصوفة في كتابه الرائع والمفيد "لسنا وحدنا في المنزل" *Never Home Alone*.

استخدم دان وزملاؤه مفاهيم وتقنيات علم البيئة المجتمعي؛ لسبر غور وظيفة نظام بيئي مُهمَل في الغالب؛ ألا وهو منزل الإنسان. ويثري بحثهم فهْمنا لوظيفة النظام البيئي، ويقدم لنا – بطريقة أكثر تشويقًا – لمحة عن كيفية تأثير تفاعلاتنا مع الكائنات الحية التي تعيش في المساكن العائلية على صحتنا ورفاهتنا. يتمحور الكتاب حول الموائل الفرعية في منازلنا، ألا وهي أجسادنا، وغُرَفنا، ومصادر المياه، وحيواناتنا الأليفة، وطعامنا. كما يتطرق إلى مجموعة مذهلة من الكائنات الحية، بداية من النبت الفطري الغني الذي ينمو فوق أيدي الخبازين، وصولًا إلى يرقات الذباب المتنوعة في مصارفنا.

ونكتشف كذلك أن صنابير دش الاستحمام الدافئة الرطبة هي بيئة مثالية لنمو الطبقات الحيوية التي تحتوي على تريليونات من البكتيريا، ومنها الأنواع المتفطرة "*Mycobacterium*" التي تضر بصحة الإنسان. إذ دعا دان وزملاؤه آلاف المتطوعين على مستوى العالم إلى إرسال عينات من دورات المياه الخاصة بهم. ووجد الباحثون، على سبيل المثال، أنه كلما تمت معالجة مصادر المياه بمواد كيميائية مُعَدَّة لقتل الميكروبات؛ ازدادت أعداد السلالات المسبِّبة للأمراض من المتفطرات. وقد أدركنا أن ثمة صلة قوية بين أعداد أنواع النباتات والفراشات في حدائقنا، وقوة مجتمع الميكروبات الموجود على بشرتنا؛ وأن بعض الصراصير الألمانية قد تطوَّر بحيث يستطعم الجلوكوز على أنه مادة مُرة المذاق، وبالتالي تجنُّب الطُعم المسموم. كما أدركنا أنه يمكن استخراج الدودة القلبية والبكتيريا النافعة من ميكروبيومات أمعاء الكلاب.

"لسنا وحدنا في المنزل": من الميكروبات إلى الديدان ألفية الأرجل، وصراصير الكهف، ونحل العسل، ينبثق التاريخ الطبيعي للمكان الذي نعيش فيه.
روب دان
بيزك (2018).

إنّ رسالة كتاب "لسنا وحدنا في المنزل" واضحة، وتتلخص في أن صحة النظام البيئي تعتمد على تنوعه البيولوجي. وهذا ينطبق على منازلنا، بقدر ما ينطبق على مستنقعات المانجروف الاستوائية. وهناك عاملان يشير دان إلى أهميتهما؛ الأول - وقد كان عن طريق الصدفة وحدها - يُرَجَّح أن يشتمل المنزل الذي يحتوي على المزيد من الأنواع الحية على المزيد من الكائنات العضوية (خاصة الميكروبات) التي تُعتبر أساسية في بث الحياة في أجهزتنا المناعية. والثاني: يُرَجَّح أن يكون النظام البيئي الذي يحتوي على أوساط معينة مأهولة بالكامل بالأنواع المتنوعة، صامدًا ومقاومًا لغزو الآفات ومسبِّبات الأمراض.

إننا نخشى، لأسباب وجيهة، عدد قليل من الحشرات المنزلية التي يمكن أن تضر بنا، مثل القمل، والبكتيريا الفيلقية *Legionella*، لكنْ لا تعتبر جميع الطرق الكيميائية لمواجهتها دفاعًا فعالًا، إذ تجتث في طريقها آلاف الأنواع الأخرى، في حين يكتسب النوع المستهدَف مقاومةً سريعًا؛ وينمو مجددًا على البيئة الفارغة التي قدّمناها له دون تفكير. وتبدو هذه القصة مألوفة في سياق الإفراط في استخدام المضادات الحيوية، والمبيدات الحشرية، لكن يُعَد كتاب دان سبّاقًا في إلقاء الضوء عليها في سياق الحياة البرية المنزلية، من البكتيريا إلى بق الفراش.

ودان رجل ذو رؤية؛ إذ يعقد العزم على استقطاب آخرين إلى برنامجه البحثي، للبحث عن "صراصير الكهف" في أقبية المنازل، وإرسال عيِّنات من البكتريا التي تنمو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تحت الإبط، أو سوس الوجه، أو بادئات العجين المخمر للفحص. وهو يدافع عن عِلْم المواطنين، طالما كان لدى المواطنين فضول واهتمام. إذ يبدأ الكتاب وينتهي بنموذج رائع لعالِم غير متخصص، هو رجل الأعمال الهولندي أنتوني فان ليفينهوك الذي عاش في القرن السابع عشر، ورواد مجال الفحص المجهري، حيث كان له الفضل في اكتشاف البكتيريا والكائنات الأولية، فاتحًا بذلك آفاق علم الأحياء المجهرية. واكتشافات ليفينهوك - المستندة إلى المواد المتاحة بشكل يومي في منزله في مدينة دلفت، مثل اللعاب - والتساؤلات التي أثارتها فيه تلك الاكتشافات، تُلَخِّص الأفكار الواردة في كتاب "لسنا وحدنا في المنزل".

لقد عجز دان عن إقناعنا بحجة واحدة فقط من حججه، فهو يؤكد أن بعض الكائنات العضوية - مثل ذباب الفاكهة، وفئران المنازل - يمثل أهمية كبيرة، إما لأنه أصبح يمثل الأنواع النموذجية الشهيرة لحيوانات المختبر، أو لاحتمال كونه مصدرًا للأدوية، كما هو الحال مع فطر البنيسيليوم. وهو يرى أنه من خلال فهم بيولوجيا "صراصير الكهف" المنزلية، على سبيل المثال - التي تتغذى على نظم غذائية ضعيفة - قد نتعلم طرقًا جديدة لتحليل وتكسير مواد مستعصية، مثل البلاستيك. وهذا صحيح إلى حد ما؛ لكن لا شيء من ذلك يعتمد على حقيقة وجود هذه الكائنات في المنازل؛ فعلماء الأحياء يجدون حيوانات مفيدة في كل مكان، من قنفذ البحر إلى سمكة الجريث، وضفدع القيطم.

وتُعتبر نتائج المشروعات الواردة في الكتاب ذات أهمية كبيرة، كما أن مجال المجتمع الحيوي المنزلي مجال ضخم. إن البشر أنواع متحضرة، وفي معظم المدن يتعدى مجموع مساحة أرضيات المنازل والشقق السكنية المساحة الأرضية البينية خارجها. وإذا أردنا خلق منظومة متناغمة مع الأنواع التي تعيش معنا، فنحن بحاجة إلى فهْم الكثير عنها.

أعتقِد أن هذا البحث له دلالة أكبر، حيث إننا سَلَّمْنا، منذ اشتعال الثورة الداروينية، بأننا – من منظور حيوي – ما إلا نوع واحد من بين ملايين الأنواع الأخرى، التي تخضع لقوانين التطور نفسها بموجب الانتقاء الطبيعي. ومع ذلك، ليس واضحًا تمامًا أننا سَلَّمْنا بالخضوع أيضًا للقوانين البيئية نفسها، إذ نعلم أنّ بإمكاننا السيطرة على النظم البيئية في العالَم، وتعطيلها، وتدميرها، لكننا عادة نتخيَّل أننا نفعل ذلك من داخل فقاعة شخصية محكمة الغلق. وبإعادة النظر إلى منازلنا وأنفسنا على أننا نظم بيئية، فنحن مضطرون إلى التفكير في كيفية التأقلُم مع المجتمع المعقد من الكائنات الحية التي تشاركنا حياتنا.

يقدم الكتاب رسالة أخيرة؛ مفادها أن لدينا علماء بيئة "بعيدي النظر"، (حسب مصطلح دان)، ممن يوجهون أنظارهم صوب النظم البيئية البعيدة، والساحرة للغابات المطيرة والشعاب المرجانية، لكننا بحاجة أيضًا إلى علماء آخرين "قريبي النظر" ممن سيدرسون عن قرب المجتمعات الخفية جزئيًّا في منازلنا. وهذا الكتاب هو بمثابة صيحتهم في هذه المعركة.■

ويليام فوستر الأمين الشرفي لقسم الحشرات في متحف علوم الحيوان بجامعة كامبريدج في المملكة المتحدة، ومدير علاقات الخريجين بقسم علوم الحيوان، وزميل كلية كلير.
البريد الإلكتروني: waf1@cam.ac.uk

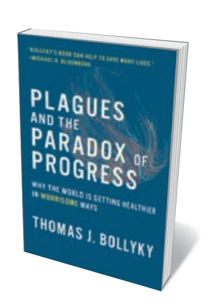
ملخصات كتب

هكذا سينتهي العالم

جيف نيسبيت – دار نشر توماس دون (2018)

يقدم الخبير البيئي جيف نيسبيت نظرة عامة غنية علميًّا على الكيفية التي يؤثر بها تغيُّر المناخ على الموارد الطبيعية في الوقت الحالي. ويكشف نيسبيت كيف أن التغيرات البحرية والجوية تؤدي إلى فقدان الأنواع، بداية من الحشرات الملقحة، حتى العوالق النباتية، وكيف أن موجات الحرارة القاتلة قد أصبحت أنماطًا سائدة إقليميًّا، وأن الإجهاد المائي قد يؤدي إلى إطلاق موجات جديدة من الهجرة الجماعية. وخطة نيسبيت للنجاة من هذه المشكلات المنهجية – وهي خطة ترتكز على كفاءة استخدام الموارد، والابتكار، والبنية التحتية – يمكن القول إنها تشوبها السطحية، إلا أن الكتاب يُعتبر - إجمالًا - تحليلًا مقنِعًا لأزمة وشيكة الحدوث.

الأوبئة وإشكالية التقدم



توماس جيه. بوليكي – دار نشر مطبعة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (2018)

لم تعد الأمراض المعدية – بدايةً من مرض شلل الأطفال، حتى السل – السبب الرئيس للوفاة في أي منطقة على وجه الأرض. ومع ذلك، يمثل هذا الانتصار في مجال الصحة العامة إشكالية، حسب الطرح الذي يدفع به توماس بوليكي في هذه الدراسة الثاقبة والغنية. يوضح بوليكي – وهو مدير برنامج الصحة العالمية في المجمع الفكري الأمريكي «مجلس العلاقات الخارجية» – أنه في الكثير جدًّا من البلدان منخفضة الدخل، يقابل أي مكاسب تتعلق بالصحة العامة، تدنٍّ في نظم الرعاية الصحية، ووجود أنظمة حُكْم غير ليبرالية، وانخفاض في فرص العمل، وتفشٍّ في التوسع العمراني، وانفجار في أعداد السكان. يُعَدّ الكتاب تذكيرًا متعمقًا بالتعقيدات الاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية المتأصلة في مجال الصحة العامة المستدامة.

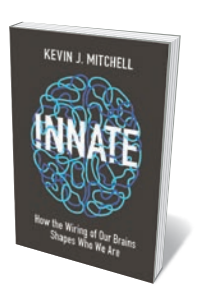
سباق والي فونك إلى الفضاء



سو نيلسون – دار نشر ويستبورن (2018)

في عام 1961، بينما كانت وكالة ناسا تصنع نجومًا بارزين من رواد الفضاء، كان مشرفهم الطبي ويليام راندولف لافليس الثاني يدرِّب 13 من رائدات الطيران سرًّا؛ لإعدادهن للسفر إلى الفضاء. ولم يقوض إلغاء برنامج Mercury 13 طموحات المتدربة والي فونك. ففي سردٍ جذاب، تكشف الصحفية المتخصصة في مجال الفضاء سو نيلسون كيف أصبحت فونك (التي اقترب عمرها الآن من الثمانين عامًا) أول امرأة تعمل مفتشة لسلامة الطيران في الولايات المتحدة، وكيف صارت صديقة لنجمات بارزات، مثل رائدة الفضاء الإيطالية سامانثا كريستوفوريتي، وكيف تتلقى الآن تدريبًا للمشاركة في أولى رحلات الفضاء التي ستُطلِقها شركة Virgin Galactic. وكما تشير نيلسون: "يا لها من حياة تلك التي عاشتها فونك وهي تحارب لتصويب وضْع خاطئ".

متأصِّل



كيفين جيه. ميتشيل – دار نشر مطبعة جامعة برينستون (2018)

العلاقة بين علم الأعصاب، وعلم الوراثة قد يكتنفها الغموض، لكن الأمر ليس كذلك في الدراسة التي أجراها عالِم الأعصاب كيفين ميتشيل عن التنوع البشري، وهي دراسة تُحلِّل بوضوح واعتدال كيف يؤدي التنوع في برنامجنا الجيني إلى تنوع في المحصلة النهائية. ويكشف ميتشيل عن أن التأثيرات البيئية عادةً ما تزيد من الفروق المتأصلة، بدلًا من أن تحدّ منها. ويستخدم ميتشيل هذا الإطار لفحص مجالات نفسية معينة، مثل الإدراك، وحالات مرضية مثل الفصام، وكذا الدلالات الأخلاقية والاجتماعية الإشكالية لـ "الأطفال المُصمَّمين"، وغيرها من الاتجاهات السائدة. ويأتي هذا الكتاب بمثابة ترياق قوي لفكرة الحتمية الوراثية.

الخيط الذهبي: كيف غيّرت المنسوجات التاريخَ

كاسيا سانت كلير – دار نشر جون موراي (2018)

حَبْك المنسوجاتُ خيوطَها في ثنايا التاريخ البشري؛ بدءًا من طريق الحرير، حتى الأنوال الميكانيكية التي ظهرت إبّان الثورة الصناعية. وفي هذا الكتاب تَستكشِف الكاتبة المتخصصة في التصميمات كاسيا سانت كلير دور المنسوجات في تشكيل التاريخ عبر 13 قصة حِيكَت بأسلوب رائع، ومعها نزور كهفًا في جبال القوقاز في جورجيا، حيث اكتُشِفَت ألياف مصبوغة، يزيد عمرها على 30 ألف سنة؛ ونحدق في النسيج المُنَشَّى المعقد لأطواق الرقبة المكشكشة ذات الأربطة، التي تعود إلى القرن السادس عشر؛ ونجفل من الحفّاضات التي يستخدمها رواد الفضاء، وحقائب النوم المبللة، التي استُعمِلت أثناء البعثات القطبية المبكرة؛ ونستمتع بفكرة المواد المغزولة من شِبَاك العناكب. هذا الكتاب يقدم مزيجًا مبهجًا من النصوص، والمنسوجات. **باربرا كايزر**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بحوث طبية

التدفق العالمي للدم

تستمتع **تيلي تانسي** بالإبحار في استكشافٍ مثير لهذا السائل الحيوي الديناميكي.

الدم يعني الحياة، ويعني الموت أيضًا. ويتأرجح كتاب المؤلفة روز جورج على نطاق واسع - وعلى نحو مقلق في أغلب الأحيان - بين هذين النقيضين. تستكشف جورج الدم بوصفه دواءً منقذًا للحياة، وعاملًا مسببًا للعدوى، ومؤشرًا متاحًا بسهولة للدلالة على المرض والإصابة، وبوصفه أحد المحرمات، وبوصفه سلاحًا، وفي كل السياقات هو سلعة تُشترى، أو تُباع، أو تُستخدم، أو يُساء استخدامها، أو يتم التحكم بها.

تستعرض جورج (التي تناولت في كُتُبها السابقة أمور الشحن، والنفايات البشرية) كل موضوع من خلال سلسلة من الحكايات والرحلات الشخصية المثيرة. تبدأ قصة نقل الدم "من وريد إلى وريد" في مستشفى سانت جورج بجنوب لندن، حيث تتبرع المؤلفة بـ470 مليلترًا من الدم. و"تتابع" جورج هذه الكمية من الدم حتى وصولها إلى إحدى منشآت المعالجة، التابعة لإدارة الخدمات الصحية والتبرع بالدم وزراعة الأعضاء (NHSBT) في جنوب غرب إنجلترا، حيث يمكن لتبرُّع واحد بالدم أن يوفر مجموعة من المنتجات. وتشمل هذه المنتجات كرات الدم الحمراء، والصفائح الدموية، والرُسابة البَرْديَّة (cryoprecipitate) لعلاج اضطرابات التجلط، إضافة إلى الدم الكامل بعد تخليصه من خلايا الدم البيضاء، لنقله إلى الرضع أصحاب الأجهزة المناعية الأقل نموًا، وكذلك البلازما الجديدة المجمدة، لنقلها لتعويض الدم المفقود. وقد علمنا أنه منذ عام 2003 ثمة "تفضيل للمتبرعين الذكور" في بريطانيا؛ فبلازما النساء - المحملة بفائض من الهرمونات، في أغلب الأحيان بسبب حبوب منع الحمل والعلاج بالهرمونات البديلة - تتطلب فحصًا ومعالجةً أكثر بكثير من بلازما الرجال، وعادةً ما يجري التخلص منها.

وتعرِض جورج في كتابها بعض الإحصاءات الصادمة. فكل ثلاث ثوان، يتلقى شخصٌ ما في العالم نقل دم (ويعني هذا 2.5 مليون وحدة دم يجري نقلها سنويًّا في بريطانيا، و16 مليون وحدة في الولايات المتحدة)، غير أن دولًا عديدة - ومنها جميع دول أفريقيا - تفشل في الوصول إلى الهدف الموضوع من قِبل منظمة الصحة العالمية، المتمثل في أن يتبرع بالدم من واحد إلى ثلاثة في المائة من السكان. وفي السويد، أدت مبادرة بسيطة بدأت في عام 2012 إلى زيادة المشاركات، وذلك ببساطة عن طريق إرسال رسالة للمتبرعين، لإخبارهم بأن الدم الذي تبرعوا به تم استخدامه؛ وقد حذت بريطانيا حذو السويد في ذلك.

وتلك التبرعات المنقِذة للحياة يمكن أيضًا أن تحمل في طياتها الموت والمرض. فقد صارت قصص التلوث المثيرة للقلق من جميع أنحاء العالم – خاصة تلوث الدم بفيروس نقص المناعة البشرية (HIV)، والالتهاب الكبدي الوبائي «سي» – قصصًا ذائعة الآن. فعلى سبيل المثال، كثير من المصابين بالهيموفيليا، والمرضى الذين خضعوا لعمليات جراحية، والأمهات اللاتي أنجبن حديثًا والذين تلقوا منتجات الدم في السبعينيات وبداية الثمانينيات من القرن العشرين في بريطانيا، قد أصيبوا دون علم أيضًا بعدوى، وكانت في الأغلب عدوى فيروس نقص المناعة البشرية، والالتهاب الكبدي الوبائي «سي». ولا يزال العديد من هؤلاء يطالب بالاهتمام والتعويض. وقد أدى استحداث معايير أكثر صرامة خاصة بالمتبرعين إلى القضاء على هذه المشكلات في إمدادات الدم في بريطانيا. وثمة إجراءات فعالة في هذا الشأن. أحد هذه الإجراءات هو رفض التبرع بالدم من أشخاص زاروا مؤخرًا مناطق تنتشر فيها الأمراض المنقولة بالدم، مثل الملاريا، وحمى غرب النيل، وفيروس زيكا. وثمة إجراء آخر، هو فحص الدم بحثًا عن مجموعة كبيرة من الفيروسات، من بينها فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي «بي»، و«سي»، وفيروس نقص المناعة البشرية، والزهري. (ومن المفارقات أن الدم البريطاني يحمل خطر التلوث بالبريونات المسبِّبة للحالة العصبية التنكسية كروتزفيلد-جاكوب، ولا يُقبل التبرع به خارج البلاد.) وتظل هناك مخاطر أكبر في أماكن أخرى من العالم. فاحتمال الإصابة بعدوى نقص المناعة البشرية من نقل الدم يزيد 3 آلاف مرة في الهند مقارنة بالولايات المتحدة. وفي جميع أنحاء العالم، قُدِّرَ أن ما يصل إلى 10% من حالات الإصابة بعدوى فيروس نقص المناعة البشرية تأتي من منتجات الدم.

وهناك المزيد من القصص المقلقة. فنحن نستشعر ذعر الفتاة رادا، ذات الستة عشر ربيعًا في غرب نيبال: بينما تكون في فترة الحيض، يتحتم عليها أن تسير وحيدة كل مساء إلى كوخ بعيد لتنام فيه. وهذا الإجراء - المسمى «تشاوبادي» *chaupadi* – يجعل رادا وآلاف من المراهقات الأخريات عرضة للاعتداء الجنسي من قِبل الرجال سكان تلك المناطق. وتروي جورج أيضًا قصصًا عن الفقراء المعدمين في الولايات المتحدة، الذين يبيعون بلازما دمائهم على نحو قانوني مرتين أسبوعيًا (الحد الأوروبي هو 24 تبرعًا في السنة)؛ ليكسبوا من دولارين إلى ثلاثة دولارات في اليوم. وهناك أيضًا المجتمعات الريفية في الهند، التي أصبح فيها الدم نوعًا من السلع. وتقول جورج إن هذا قد أدى إلى إساءة مروعة في حق المهاجرين، الذين يُحبَسون باعتبارهم "عبيد دم"، وتُستنزَف دماؤهم مقابل المال.

تسعة باينتات: رحلة عبر أسعار الدم، والعلاج المتعلق به، وخباياه
روز جورج
ميتروبوليتان (2018)

ويمتلئ كتاب «تسعة باينتات» *Nine Pints* أيضًا بحكايات الأبطال والبطلات. فهناك جانيت فون، التي اعتبرتها مديرة مدرستها "أغبى من أن تحظى بالتعليم"، والتي نالت شهادة في الطب في منتصف عشرينيات القرن العشرين، وتخصصت في اضطرابات الدم في مستشفى في لندن. قامت فون بتصنيع مستخلصات كبدية خام؛ لعلاج فقر الدم الخبيث باستخدام مفارم لحم استعارتها من أصدقائها، ومن بينهم فيرجينيا وولف (التي جمعتها بها علاقة قرابة بعيدة). وبحلول أواخر ثلاثينيات القرن العشرين، كانت طبول الحرب تدق، منذرة بالحاجة إلى الدم. ومع معرفتها بالتقدم الذي تَحقَّق في عمليات جمْع الدم وتخزينه خلال الحرب الأهلية الإسبانية، أنشأت فون العديد من مستودعات الدم الفعالة؛ وكان أحدها في حانة في سلاو، كانت دائمًا ما تجتذب المتبرعين. استحدثت فون خدمة متنقلة باستخدام عربات الآيس كريم؛ لتجميع وتوصيل الدم في جميع أنحاء البلاد. واعتبر أحد المعلقين المعاصرين، وهو اللواء دبليو. إتش. أوجلفي، أن أعظم تقدُّم طبي تَحقَّق إبان الحرب العالمية الثانية ليس البنسلين، وإنما خدمة نقل الدم.

وفي تقديري، فإن البطل الأبرز هو أروناشالام موروجاناناثام، وهو مبتكِر منتجات صحية من جنوب الهند. ففي هذه المنطقة يُعتبر الحيض أمرًا مخزيًا وقذرًا، ولا تستطيع نساء كثيرات تحمُّل تكلفة الفوط المُنتَجة تجاريًّا، كما أن المراحيض العامة قليلة للغاية، والمياه الجارية نادرة. ويمكن أن يؤدي الافتقار إلى العادات الصحية الأساسية، واستخدام - وإعادة استخدام - خِرَق قُماش غير ملائمة، وقابلة لإعادة الاستخدام بعد الغسل، إلى فقدان البنات والنساء فرص التعليم والتوظيف، والإصابة بعدوى الأمراض النسائية.

لاحظ موروجا – وهو الاسم الذي يُعرف به – أن زوجته تستخدم الجرائد والقماش أثناء الحيض؛ فقرر أن يجرب بعض البدائل. حَمَلَ كرة قدم مليئة بدم الماعز تحت ملابسه، حتى يتمكن من إخراج السائل أثناء تحركه، واستشعار الصعوبات العملية التي تعانيها النساء. ورغم تعرضه للسخرية، حتى من أفراد أسرته، فقد ثابر، وتمكَّن من تصميم ماكينات لتصنيع فوط صحية بأسعار زهيدة، وشجع البلديات المحلية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



والمصانع على إنتاج وبيع هذه الفوط. ظهرت قصة موروجاناثام في فيلم وثائقي للمخرج أميت فيرماني في عام 2013 بعنوان «رجل حائض» *Menstrual Man*، وفي فيلم روائي من إنتاج بوليوود للمخرج آر. بالكي في عام 2018 بعنوان «رجل الفوط الصحية» *Pad Man* (انظر: S. Priyadarshini *Nature* **555**, 27–28; 2018).

يُعَد كتاب «تسعة باينتات» كتابًا سهل القراءة، وثريًّا بالمعلومات، إلا أن أسلوبه المفرط في المزاح مزعج في بعض الأحيان، كما أن ثمة القليل من حالات التكرار المستفزة. كما أن عنوان الكتاب – الذي يشير إلى حجم الدم في جسم الإنسان، وهو حجم متغير، ومرتبط بحجم الجسد - يبدو جامدًا على نحو غريب بالنسبة إلى سائل حيوي ديناميكي له العديد من الجوانب النابضة بالحياة. ■

تيلي تانسي أستاذ فخري للتاريخ الطبي وعلوم الصيدلة في معهد ويليام هارفي للبحوث التابع لجامعة كوين ماري في لندن.
البريد الإلكتروني: t.tansey@qmul.ac.uk

خيال علمي

كيف نما أدب الخيال العلمي؟

يستعرض **روب لاثام** - باستمتاع - الحكاية المتشابكة لأربعة رجال أعادوا تشكيل هذا النوع من الكتابة.

يأتي كتاب أليك نيفالا لي «أستاوندنج» *Astounding* وكأنه لوحة جماعية رائعة تستعرض أربعة رجال ساعدوا – معًا، أو بشكل منفرد - على تشكيل النوع الحديث من روايات الخيال العلمي. هؤلاء هم الأسطورة جون دابليو. كامبل الأصغر - سريع الغضب - الذي عمل لفترة طويلة كمحرر لمجلة «أستاوندنج ساينس فيكشن» *Astounding Science Fiction* (ومعناها بالعربية: "خيال علمي مدهش"، وسُميت لاحقًا «أنالوج» *Analog*)، وثلاثة من الكُتّاب الأساسيين لديه. وقد أصبح الكاتبان آيزيك أسيموف، وروبرت إيه. هاينلاين عملاقَين في هذا النوع من الأدب، في حين كان إل. رون هوبارد راويًا غزير الإنتاج لقصص الخيال العلمي رديئة الجودة (ومؤسِّسًا - فيما بعد - لكنيسة العلمولوجيا).

وفي ظل رئاسة كامبل التحريرية، تحولت مجلة «أستاوندنج» في أواخر ثلاثينيات القرن العشرين وحتى أربعينياته من مساحة لعرض قصص رديئة عن الفضاء إلى منصّة جادة لاستشراف المستقبَل، يكتب فيها عادةً علماء محترفون، مِن أمثال عالِم الكيمياء الحيوية، أسيموف، ومهندس الإلكترونيات جورج أو. سميث. وقد عُرفت هذه الفترة الزمنية بالعصر الذهبي لأدب الخيال العلمي. ويقدم نيفالا لي - وهو نفسه من كُتّاب هذا النوع من الأدب - قصة جذابة للصعود الواعد لهذا النوع، وسقوطه المخزي.

وقد لعب الدور المحوري في هذا التحول التأثيرُ الهائل الذي دام طويلًا للحرب العالمية الثانية على المجلة وكُتّابها، الذين انجرف العديد منهم للعمل في البحوث العسكرية. شارك أسيموف، وهاينلاين، وزميلهم الدائم في المجلة «أستاوندنج» - إل. سبريج دي كامب - في اختبار مواد الحرب في ترسانة فيلادلفيا البحرية في بنسلفانيا من عام 1942. وقد قاد كامبل - تحت إشراف قسم بحوث الحرب بجامعة كاليفورنيا - فريقًا من المؤلفين؛ لمراجعة الكتيبات الفنية الإرشادية؛ لاستخدامها في المجال العسكري. كما اشترك مع هاينلاين، ودي كامب في عصف ذهني؛ بحثًا عن ردود أفعال مبتكرة؛ للتصدي لعمليات كاميكازي الانتحارية. ومن بين ردود الأفعال تلك، كشْف الطائرات المقتربة باستخدام الصوت.

ورغم معرفته بأن نشر القصص التي تتناول الأشكال الجديدة المحتمَلة للتكنولوجيا العسكرية سوف يتعارض مع الرقابة المفروضة في زمن الحرب، فهذا عين ما فعله كامبل – عنيد الطبع - في مارس عام 1944. وجاءت قصة كليف كارتميل «ديدلاين» *Deadline* لتضع تصورًا لاختراع قنبلة نووية باستخدام نظائر اليورانيوم. وقام كامبل - وهو فيزيائي محنك، كان يساوره الكثير من الشك في كون الحكومة تعمل بالفعل لتطوير سلاح كهذا - بتسريب تفاصيل تقنية إلى كارتميل، الذي رسم حبكة القصة، وكأنها تدور على كوكب آخر. (وقد أطلق كارتميل بدهاء على الكائنات الفضائية المتحاربة اسمَي «سيكسا» Sixa، و«سيلا» Seilla، وهما القراءة المعكوسة لكلمتي «أكسيس» Axis، و«آليز» Allies، وترجمتهما: "المحور"، و"الحلفاء"، على الترتيب).

وكما كان متوقعًا، جذبت القصة انتباه وكالة الاستخبارات المضادة الوطنية، التي اشتبهت في أنّ تسريبًا ما حدث من مشروع مانهاتن. وكانت أعداد كبيرة من الموظفين في موقع المشروع في لوس ألاموس بولاية نيو مكسيكو من عشاق قصص الخيال العلمي. وتم استجواب كامبل بعنف من قِبَل أحد عملاء المخابرات، ووُضِعَت المراسلات الشخصية لكارتميل تحت المراقبة، وأوشكت «أستاوندنج» على فقد امتيازاتها البريدية.



غلاف عدد مايو 1947 من مجلة «أستاوندنج ساينس فيكشن».

GRANGER HISTORICAL PICTURE ARCHIVE/ALAMY

وبعد انتهاء الحرب، كثيرًا ما استشهد كامبل بهذه القصة للإشارة إلى قدرة هذا النوع من الأدب على عكس صورة مقنعة لمستقبَل متخيَّل، باستخدام حقائق علمية معروفة.

في الواقع، أدّت التطورات التكنولوجية غير المسبوقة للحرب إلى إذكاء حب الجمهور للعلم والتكنولوجيا، وبالتالي رفع المكانة الثقافية للخيال العلمي. وكانت أواخر الأربعينيات والخمسينيات من القرن العشرين فترة ازدهار لهذا النوع من الأدب. وعزز ذلك من أسهُم «أستاوندنج»، التي بدأت تتخصص في قصص الأزمة والصراع النوويين. كما أدى إلى ظهور مجلات منافِسة، مثل مجلة «جالاكسي» *Galaxy*، و«ذا ماجازين أوف فانتاسي آند ساينس فيكشن» *The Magazine of Fantasy and Science Fiction*، بالإضافة إلى توسيع سوق كتب الخيال العلمي بشكل عام. وبدأ آخرون محاولة استقطاب موهبة كامبل.

أستاوندنج: جون دابليو. كامبل، وآيزيك أسيموف، وروبرت إيه. هاينلاين، وإل. رون هوبارد، والعصر الذهبي للخيال العلمي
أليك نيفالا لي
ديي ستريت (2018)

ويتتبع نيفالا لي بحرص الانقسامات التي نشأت في المجموعة الأساسية، مدفوعة إلى حد كبير باهتمام كامبل المتزايد بأفكار علمية زائفة، مثل محرك دين (الذي أتى به المخترع نورمان دين، والذي ادعى أنه يمكنه أن ينتِج قوة دفْع من دون رد فعل، وهو ما يُعَد انتهاكًا لقوانين الحركة).

وبشكل أعمّ، لطالما كان كامبل دائم الهوس بإمكانية تطوير علم نفس مبنٍ على أسس علمية بحتة، ظنًا منه أنه ستكون له قوة تنبؤية على غرار علم التاريخ النفسي الخيالي في سلسلة «فاونديشن» Foundation، التي كتبها أسيموف. وعليه، عندما قام هوبارد في أواخر الأربعينيات من القرن العشرين بنشر أفكار أصبحت فيما بعد "نظام المساعدة الذاتي" الخاص به، «ديانيتيكس» Dianetics، التقط كامبل الطُّعم. واستحوذت رؤية هوبارد للقوى الخارقة التي يُفترض أنها كامنة لدى الجميع - بمجرد أن يمروا بعملية "فحص"، ويخرجوا منها "أنقياء" - على عقل كامبل، فقام بمساعدة هوبارد على تسويق كتابه «ديانيتيكس» *Dianetics* في عام 1950. ويدعي نيفالا لي أن الإيمان ببعث المخلّص في آخر الزمان، الكامن في لب الخيال العلمي - و"حلمه المستمر بمجتمع مغلق للعباقرة" - قد ساعد على دعم فكرة هوبارد، التي أصبحت فيما بعد تُعرف باسم العلمولوجيا (Scientology). وقد اعتنق عدد كبير من كتاب الخيال العلمي مذهب «ديانيتيكس»، إذ خضعوا للفحص، أو أصبحوا هم أنفسهم مراقبين مُحكنين. فقد ترك إيه. إي. فان فوجت وظيفته ككاتب لفترة قصيرة، من أجل إدارة فرع من المؤسسة في لوس أنجيليس بولاية كاليفورنيا.

كانت موهبة هوبارد في الترويج لتلك الأفكار الغريبة أساسية في نشر مذهبه، ويُعَد تصوير نيفالا لي له كشخص نرجسي مصاب بجنون الارتياب، ومتلاعب ماهر بعقول الآخرين، تصويرًا قاسيًا، بيد أن كامبل تعرض أيضًا لانتقاد لاذع؛ لدوره الداعم في ميلاد مذهب «ديانيتيكس»، وإطلاق العنان له. وقد شعر هاينلاين، وأسيموف بنفور بسبب ما اعتبراه احتضانًا للشعوذة غير قابل للانتقاد، ولجآ للكتابة في مجالات أحدث، وعادة ما تكون مربحة أكثر. وتتناول الفصول الأخيرة من الكتاب الهبوط المطرد للمجلة، حتى وصلت إلى مجلة من الدرجة الثانية، وتحوَّل كامبل (الذي توفي في عام 1971) إلى مخبول رجعي، له آراء عنصرية.

ورغم أن جزءًا كبيرًا من القصة المطروحة في الكتاب كان قد سبقت روايته مِن قَبل في كتابات تتناول تاريخ الأنواع الأدبية، وفي السير الذاتية، والمذكرات الخاصة بالأشخاص الرئيسين في القصة، فإن نيفالا لي قام بعمل ممتاز في تجميع الخيوط، وتضفيرها بأبحاث أرشيفية مكثفة، مثل المراسلات بين كامبل، وهاينلاين. فكانت النتيجة عملًا متعدد الأوجه، ومفصلًا بشكل رائع، إلا أن الكاتب كثيرًا ما انحرف عن مساره بالتفاته إلى بعض الأحداث التافهة (انظر حكاياته البشعة عن بواسير هاينلاين)، وكذلك انبهاره بقصص الحب السرية للشخصيات، وزيجاتهم الفاشلة. وهو أيضًا يفرد لفان فوجت مساحة ضيقة جدًّا، لا تسمح له بالدفاع عن نفسه، وهو من أبرز اكتشافات كامبل، ومن أكثر الكُتّاب شعبية لدى عشاق المجلة، حينما كانت في أوج شهرتها، بينما لم تحظ كتاباته بالاهتمام الذي تستحقه.

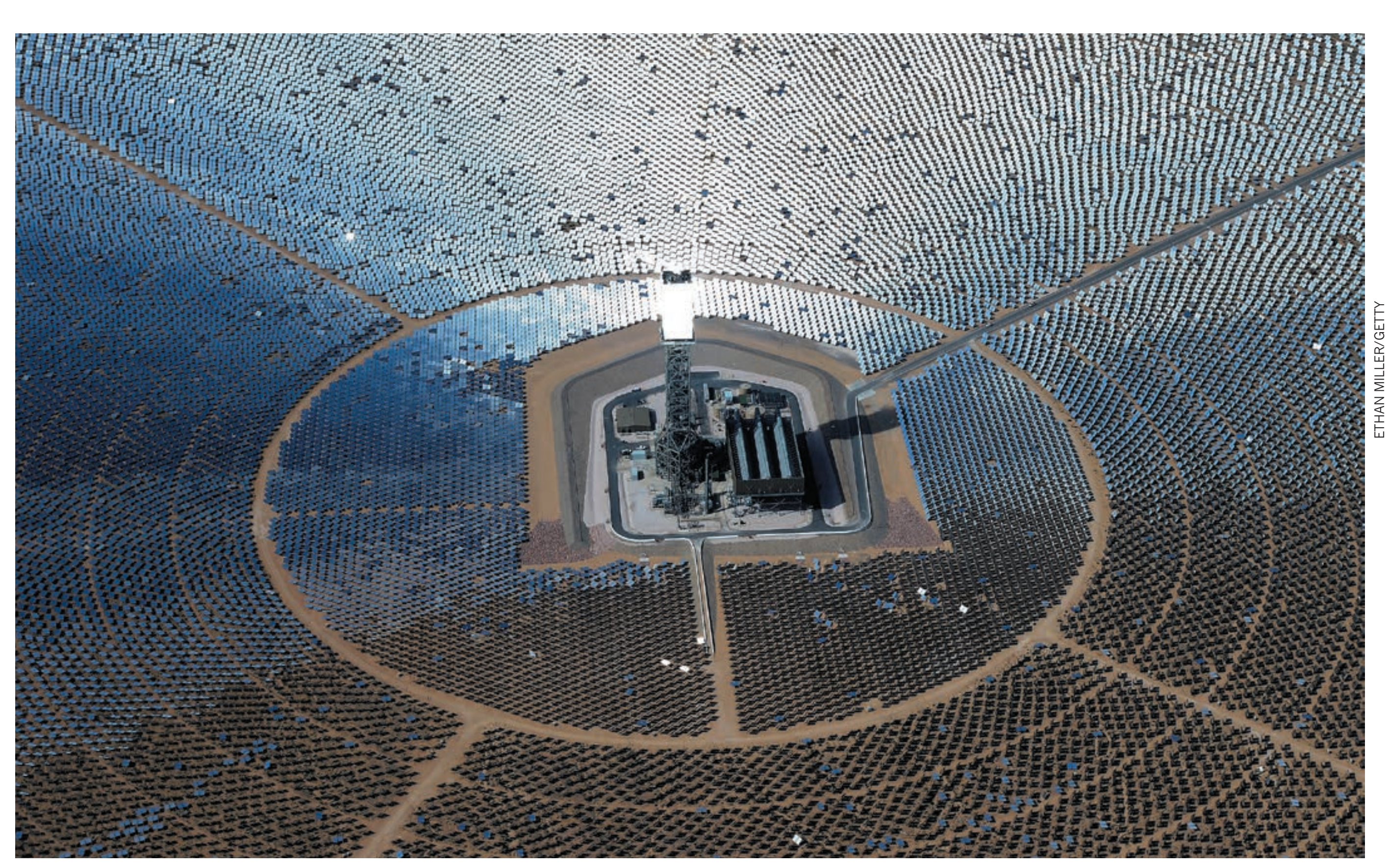
وإذا وضعنا جانبًا تلك المآخذ البسيطة، فإن الكتاب يُعَد دراسة ثقافية وتاريخية غنية وشيقة، تكشف كيفية تحوُّل فريق صغير من الموهوبين في نوع أدبي تجاري وثانوي إلى بعضٍ من أكثر الشخصيات تأثيرًا في النصف الثاني من القرن العشرين. ■

روب لاثام محرر مجلتي «ذا أكسفورد هاندبوك أوف ساينس فيكشن» *The Oxford Handbook of Science Fiction*، و«ساينس فيكشن كريتيسزم» *Science Fiction Criticism*. وعمل لمدة 20 عامًا في منصب كبير محرري الدورية العلمية «ساينس فيكشن ستاديز» *Science Fiction Studies*.
البريد الإلكتروني: rob@lareviewofbooks.org

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبحـــاث

أنبـاء وآراء



ETHAN MILLER/GETTY

الشكل 1 | محطة إيفانباه لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في لاس فيجاس. إن محطات الطاقة الشمسية المركزة - مثل هذه المحطة - تقوم بتوليد الحرارة من خلال تركيز أشعة الشمس على برج مركزي باستخدام المرايا، ثم تُستخدم الحرارة لتشغيل دورات إنتاج الكهرباء؛ من أجل توليد الطاقة الكهربائية. وقد أعلن كاسيا وزملاؤه[1] عن مادة مركّبة من المعادن والسيراميك، مصمَّمة لتصنيع مبادلات حرارية تعمل عند درجات حرارة مرتفعة، وهي أجهزة لازمة لتمكين دورات إنتاج الكهرباء في محطات الطاقة الشمسية المركَّزة في المستقبل.

علم خواص المادة

مادة مُركَّبة تتحمّل الحرارة

أنتج العلماء مادة مميّزة، هي بمثابة مركّب من المعدن والسيراميك، يمكنها أن تساعد على تطوير الجيل القادم من محطات توليد الكهرباء، وقد تلعب دورًا أيضًا في علاج العالَم من إدمانه للوقود الأحفوري.

كريج تورشي

طُوِّرت المواد المركّبة التي تجمع بين المعادن والسيراميك؛ من أجل استخدامها في العديد من التطبيقات المُختلفة، مثل سطوح للأدوات مقاوِمة للتآكل ، وأجزاء المُحركات، والمكونات الكهربائية، وحتى حشو الأسنان. وفي بحث نُشر في أكتوبر الماضي بدورية *Nature*، أعلن كاسيا وزملاؤه[1] عن مُركب من المعدن والسيراميك، له مجموعة من الخصائص تجعله مناسبًا لتطبيق مختلف تمامًا، وذلك في الأجهزة المعروفة بالمبادلات الحرارية، التي لا بد أن تعمل عند درجات حرارة مرتفعة في محطات توليد الكهرباء. وبتمكين الانتقال الحراري عالي الفعالية، قد تسمح المادة الجديدة بالوصول إلى عملية توليد للكهرباء فعّالة من حيث التكلفة، يتم تطويرها في الوقت الحالي على أساس حالة سائلة من ثاني أكسيد الكربون، يُعرف فيها بثاني أكسيد الكربون فوق الحَرِج.

إن المعادن ونوعيات السيراميك موجودة منذ قرون، ولكلٍّ خصائصه وتطبيقاته المميزة، فعلى سبيل المثال.. يتسم البرونز والحديد بقدر جيد من المقاوَمة للصدمات، كما يتميزان بمرونة كافية لتشكيلهما على هيئات معقدة، مثل الخوذات، وحَدْوات الأحصنة. أما السيراميك، مثل المواد التي تُستخدم في صناعة الفخار، فيمكن تشكيله على هيئات بسيطة، تتميز بمقاومتها للحرارة والتآكل. ولذلك.. فإن كلًّا من هاتين الفئتين من المواد وجدت طريقها إلى

تطبيقات متباينة، وسارت كل منها لمدة طويلة على درب تكنولوجي منفصل.

في منتصف القرن العشرين، أدى اختراع المحركات النفاثة إلى ظهور الحاجة إلى مواد لديها مقاومة عالية للحرارة والتأكسد، ومقدرة على التعامل مع التغيرات السريعة في درجات الحرارة، وصلابة ميكانيكية ممتازة، تتجاوز خصائص المعادن المتاحة. ومَوَّلت القوات الجوية الأمريكية البحوث لصناعة مركّبات من السيراميك والمعادن، تتمتع بتلك الخصائص، وسُميت بـ"السِّيرْمِت". ومنذ ذلك الحين، طُورت مواد السيرمت لاستخدامها في تطبيقات متعددة، لكنها في أغلب الحالات استُخدمت لصناعة الأجزاء الصغيرة أو السطوح. أما الآن، فيُعلِن كاسيا وزملاؤه عن نوع من السيرمت، يستطيع تحمُّل درجات الحرارة القصوى، ودرجات الضغط العالية، والتدوير الحراري السريع.

ولتصنيع هذا النوع من السيرمت، بدايةً، أنتج الباحثون شكلًا أوليًّا، هو بمثابة مادة سالفة تحتاج إلى مزيد من المعالجة؛ لتتحول إلى الجسم النهائي المطلوب، فيما يماثل وعاء الفخار الذي لم يُعالَج بالنار بعد. وقام الباحثون بضغط مسحوق كربيد التنجستن (WC)؛ ليتخذ الشكل التقريبي للجسم المطلوب، وسَخَّنوه عند درجة حرارة 1400 درجة مئوية لمدة دقيقتين؛ لربط الجسيمات بعضها ببعض، ثم قاموا بتشغيل الجسم الأوّلي المسامّي؛ للحصول على الشكل النهائي المرغوب.

وبعد ذلك.. سَخّن الباحثون الجسم الأوّلِي وسط أجواء مختزِلة كيميائيًّا (خليط يحتوي على 4% من الهيدروجين في الأرجون) عند 1100 درجة مئوية، وغمروه في وعاء من الزركونيوم والنحاس السائل (Zr_2Cu) عند درجة الحرارة نفسها، وذلك قبل إزالته وتسخينه أخيرًا عند 1350 درجة مئوية. تجعل هذه العملية الزركونيوم يحلّ محل التنجستن في كربيد التنجستن، لينتج عن ذلك كربيد الزركونيوم (ZrC)، والتنجستن، والنحاس. ويُجبِر النحاس السائل على الخروج من مصفوفة كربيد الزركونيوم، بينما تتصلب المادة، بحيث يتكون الجسم النهائي من 58% من سيراميك كربيد الزركونيوم، و36% من معدن التنجستن، مع كميات صغيرة من بواقي كربيد التنجستن والنحاس. وتكمن روعة هذه الطريقة في كون الجسم الأوّلِي المسامّي يتحول إلى مركّب غير مسامّي مكوَّن من كربيد الزركونيوم والتنجستن، وله الأبعاد نفسها (التغيّر الإجمالي في الحجم 1-2% تقريبًا).

وتُعَد الخصائص القوية للمنتَج النهائي مُكمِّلة لطريقة التصنيع الذكية تلك. وقد وجد كاسيا وزملاؤه أنه عند 800 درجة مئوية، يستطيع سيرمت كربيد الزركونيوم والتنجستن توصيل الحرارة على نحو أفضل بـ2.5 إلى 3 مرات من السبائك القائمة على الحديد أو النيكل، والمستخدَمة حاليًّا في المبادلات الحرارية التي تعمل عند درجات حرارة مرتفعة، وهو الأمر الذي من شأنه أن يُحسِّن من كفاءة هذه الأجهزة. وإضافة إلى ذلك، فإن القوة الميكانيكية لسيرمت كربيد الزركونيوم والتنجستن تكون أعلى منها في السبائك القائمة على النيكل، التي تُستخدم عادة في التطبيقات التي تعمل عند درجات الحرارة المرتفعة، كما أنها لا تتأثر بدرجات الحرارة حتى 800 درجة مئوية على الأقل، حتى عندما كان السيرمت قد خضع قبل ذلك إلى 10 دورات من التسخين والتبريد بين درجة حرارة الغرفة، وعند 800 درجة مئوية. أما سبائك الحديد (الفولاذ المقاوِم للصدأ)، وسبائك النيكل، فتفقد 80% أو أكثر من صلابتها عند درجات حرارة بين 500 و800 درجة مئوية (المرجع 2).

تقوم مبادلات الحرارة بنقل الطاقة الحرارية الناتجة عن محطة توليد للكهرباء إلى سائل التشغيل في محرك حراري (توربين بخاري مثلًا) يحوِّل الحرارة إلى طاقة ميكانيكية. والطاقة الميكانيكية تُستخدم بدورها في توليد الكهرباء. تُعرف العملية الكلية لتحويل الحرارة إلى كهرباء بدورة إنتاج الكهرباء. وتعمل وزارة الطاقة الأمريكية حاليًّا - جنبًا إلى جنب مع شركائها الصناعيين - على بناء مرفق اختبارات بقدرة 10 ميجاوات لدورة إنتاج الكهرباء التي تَستخدِم ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج، باعتباره سائل التشغيل (انظر: go.nature.com/2pi50mt). وتَعِد دورة إنتاج الكهرباء هذه بأنْ تصبح لمحطات توليد الكهرباء المستقبلية تكاليف أقل، ومستوى أعلى من الكفاءة، مقارنة بدورات إنتاج الكهرباء المستخدَمة حاليًّا، لكنها تتطلب مبادلات حرارية عالية الكفاءة. ويركِّز بحْث كاسيا وزملائه على المبادلات الحرارية التي يمكن أن تُستخدم في دورة إنتاج الكهرباء هذه في محطات الطاقة الشمسية المُركّزة (التي تَستخدِم أشعة الشمس المُركّزة بالمرايا؛ لتوليد الكهرباء؛ الشكل 1)، لكن المبادلات الحرارية يمكن استخدامها أيضًا في محطات الطاقة النووية المتقدمة، ومحطات توليد الكهرباء من حرق الوقود الأحفوري.

ويتعلق واحد من التحديات التقنية التي ينبغي التعامل معها بقدرة السيرمت الجديد على مقاومة التأكسد، حيث إن المادة مُعرضة للتأكسد في الهواء عند درجات حرارة مرتفعة، كتلك التي يمكن التعرض لها في المبادل الحراري بمحطة توليد للكهرباء. ويُعد ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج عاملًا مؤكسدًا ضعيفًا، لكنه يظل قادرًا على إحلال السيرمت. وقد أعلن كاسيا وزملاؤه أن تأكسد السيرمت يمكن منعه لمدة تصل إلى ألف ساعة عند 750 درجة مئوية، وضغط عالٍ (قدره 20 ميجا باسكال)، عندما يتم طلاء المادة بطبقة رقيقة من النحاس، وأيضًا إذا تم خلط كمية صغيرة من أول أكسيد الكربون (50 جزءًا من المليون) بثاني أكسيد الكربون فوق الحرج. ومع ذلك.. يظل من الضروري إثبات متانة المادة على المدى الطويل.

وأخيرًا، تُشير التقديرات الأولية لمؤلفي البحث إلى أن التكلفة المُجمعة للمواد الأولية والمعالجة المطلوبة لتصنيع مبادل حراري من سيرمت كربيد الزركونيوم والتنجستن ستكون أقل من تلك المستخدَمة في تصنيع مبادل حراري مماثل من سبيكة نيكل تقليدية. وإضافة إلى ذلك.. فإن الجهاز المصنوع من السيرمت من شأنه أن يوفر ضِعف كثافة الطاقة الكهربائية، أي أن حجمه يمكن أن يكون نصف نظيره المصنوع من سبيكة النيكل. واستخدام مثل تلك المبادلات الحرارية قد يساعد على خفض تكاليف الطاقة الشمسية المُركّزة المتجددة؛ ما يجعلها منافِسة اقتصاديًّا للطاقة الكهربائية المستمَدة من الوقود الأحفوري. ■

كريج تورشي من أفراد مجموعة العلوم الحرارية بالمختبر الوطني للطاقة المتجددة، جولدن، كولورادو 80401، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: craig.turchi@nrel.gov

1. Caccia, M. *et al. Nature* **562**, 406–409 (2018).
2. ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section II, Part D (2013).

التكنولوجيا الحيوية

أداة كريسبر تُخرِج الحمض النووي الريبيّ إلى العلن

يستطيع النظام الدفاعي البكتيريّ كريسبر-كاس تخزين قصاصات الحمض النوويّ المرجعية لتتابعات الحمض النووي الريبيّ الفيروسي التي يتصادف وجودها. ومؤخرًا، استفاد باحثون من نظام كهذا في تسجيل التعبير الجينيّ الذي يحدث على مدار الوقت في البكتيريا.

تشيس إل. بايزل

يُعتبر تحديد نمط التعبير الجينيّ لخليّة ما أمر ضروري لفهْم الكيفية التي تنشأ بها الخواص والسلوكيّات الفيزيائية لهذه الخليّة من مخطط الحمض النوويّ الخاص بها. تتضمن المقاربة التقليديّة المستخدَمة حاليًّا تقنيات تعيين تسلسل الحمض النووي الريبيّ، أو تصوير الخلية المُفردة، وهي تقنيات تُنتِج لقطات واضحة لأنماط التعبير الجينيّ، إلا أن هذه التقنيات تلتقط مثل هذه الأنماط في لحظة التحليل فقط، وتقتل الخلايا، مما يصعِّب من التقاط أنماط التعبير الجينيّ سريعة الزوال، أو تلك الأنماط التي تقدِّم صورة كاملة عن الخلايا التي تخضع لتغيُّرات سلوكيّة أو بيئيّة كبرى. في العدد الصادر في 18 أكتوبر الماضي من دورية *Nature*، أشار شميت وآخرون[1] إلى ما أحرزوه من تقدم في التغلّب على هذه العقبة، عن طريق استخدام نظام دفاع بكتيريّ قادر على إنشاء سجلّ حمض النوويّ لتسلسلات معيَّنة للحمض النووي الريبيّ في خليّة ما.

لعل أشهر ما تُعرف به أنظمة كريسبر-كاس الدفاعية البكتيرية هو تطبيقاتها في الهندسة الوراثية، حيث تضطلع بقص تسلسلات معيّنة من الحمض النووي[2]. لكن ثمة خاصية أخرى لهذه الأنظمة، تتمثل في قدرتها على دمج قصاصات من الحمض النوويّ المأخوذ من دخلاء غير مرغوب فيهم، في جينوم إحدى الخلايا البكتيرية. تقدم هذه التسلسلات المُخزَّنة "ذاكرة" مستديمة عن العدوى؛ الأمر الذي قد يتيح ظهور استجابة دفاعية، إذا تم التعرض لهذه التسلسلات نفسها مرة أخرى. تُضاف النيوكليوتيدات إلى الحمض النووي للخليّة في هيئة تسمَّى «مصفوفة كريسبر». ويتناوب تسلسل المصفوفة بين تسلسلات تكرارية متطابقة، والقصاصات المُدمَجة، التي تُسمَّى بالفواصل. ومع اكتساب الفواصل تستطيل المصفوفة، ويعكس تموضع الفواصل في المصفوفة الترتيب الذي تم إدخالها به[3].

تكتسب جميع أنظمة كريسبر-كاس تقريبًا مواد جينية دخيلة، عن طريق التقاط الحمض النووي مباشرة من أحد الأجسام الغازية. وقد استغلَّت أبحاث سابقة هذه الخاصيّة في أنظمة كريسبر-كاس؛ لتسجيل معلومات على هيئة

تسلسلات نيوكليوتيدية مكتسبة ومخزَّنة. وعلى سبيل المثال، استخدمت إحدى المقاربات[4,5] الاكتساب المعتمِد على كريسبر-كاس للحمض النووي المُصطنع، الذي يتم توفيره من مصدر خارجي لالتقاط التسلسلات بترتيب محدد. وبعد ذلك، تم "فكّ تشفير" الترتيب المحدد للنيوكليوتيدات في الفواصل، لربط كلّ مصفوفة كريسبر بِبكسلات في مجموعة صور تتابعية[5]. واستخدمت دراسة أخرى[6] إشارات كيميائية من البيئة؛ لتحفيز التعبير عن جين يتحكَّم في وفرة نوع من الحمض النوويّ الدائريّ، يسمّى البلازميد. ومع زيادة وفرة البلازميد في الخليّة، أصبح البلازميد المصدر المفضَّل لقصاصات الحمض النوويّ المستخدَمة في الفواصل الجديدة. وقد ربط هذا وجود الإشارة الكيميائية، بفاصل مخزَّن يضاهي الحمض النوويّ البلازميدي. مهدت هذه الدراسة تحديدًا الطريق أمام استخدام كريسبر-كاس؛ في تسجيل التعبير عن جين واحد، أو بضعة جينات، لكنْ لم يكن واضحًا كيف يمكن توسيع هذه المقاربة، بحيث تقدم سجلًا شاملًا لنمط التعبير الجينيّ لخلية ما.

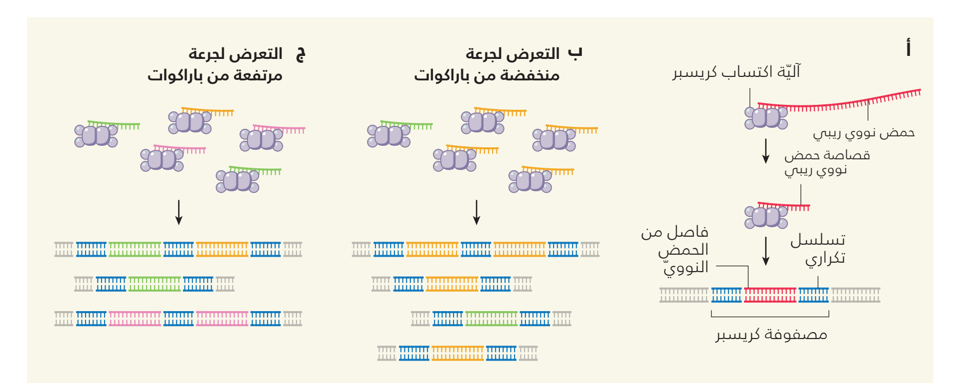
ابتكر شميت وزملاؤه حلًّا إبداعيًّا يتمثل في التركيز على أنظمة كريسبر-كاس التي تلتقط الأحماض النووية الريبيّة الدخيلة، بدلًا من الأحماض النوويّة[7] (شكل 1a). تحتاج هذه الأنظمة إلى بروتينَين فقط لتحقيق هذا الإنجاز، بحيث يصنع أحد هذين البروتينين نسخة حمضٍ نووي من تسلسل الحمض النووي الريبيّ، وهذه النسخة تُصبح هي الفاصل. وقد كشفت القدرة على توليد الحمض النووي من الحمض النووي الريبي عن إمكانية استخدام هذا الحمض النووي لتوثيق هويّة نُسَخ الحمض النووي الريبي، ووفرتها، وبالتالي التقاط نمط التعبير الجيني لخليّة ما.

ولاستخدام أنظمة كريسبر-كاس هذه، تعين على الباحثين أولًا التغلب على عقبتين تقنيتين. كانت العقبة الأولى هي العثور على بروتينات كاس فعالة مُلتقِطة للحمض النووي الريبي، حيث إن البروتينات الموصوفة سابقًا لم تكن فعالة في أداء هذه المهمّة. اختبر الباحثون مجموعة كبيرة ومتنوعة جينيًّا من بروتينات كاس، وتمكنوا من تحديد بروتينات فعالة بلا منازع، استُخلصت من بكتيريا الأمعاء البشريّة *Fusicatenibacter saccharivorans*. أما العقبة الثانية فقد تمثلت في القدرة على إجراء تسلسل للحمض النووي، يركِّز على مصفوفات كريسبر القليلة، التي سبق لها اكتساب فاصل جديد، حيث إن غالبية المصفوفات لم تكن قد تغيَّرت، وهي العقبة التي تغلَّب عليها الباحثون بتطوير وسيلة بسيطة تعزل انتقائيًّا مصفوفات كريسبر التي اكتسبت فواصل مؤخرًا.

بعد تحقيق هذه القفزات، واصل الباحثون عملهم بتطوير طريقة، أطلقوا عليها «ريكورد-سِك» Record-seq؛ لالتقاط أنماط التعبير الجيني. عدّل الباحثون وراثيًّا بكتيريا الإشريكية القولونية *Escherichia coli*، بحيث تحتوي بروتينَيْ اكتساب الحمض النووي الريبيّ المستخلَصين من *F. saccharivorans*. ثم تأكد الباحثون من أن هذين البروتينين تمكنا من دمج الفواصل في المعلومات الوراثية لخليّة *E. coli*، وأن تسلسلات الحمض النووي الريبيّ – وليس الحمض النوويّ – قد حددت الحمض النووي الفاصل المرجعي.

في طريقة «ريكورد-سِك»، يتم التعبير عن بروتينَي اكتساب الحمض النووي الريبي أثناء تسجيل نمط التعبير الجينيّ. وفي نهاية هذه الفترة، تؤخذ عيّنة من التجمع الخلوي، وتُعْزَل مصفوفات كريسبر التي استطالت مؤخرًا، وتُوضع تسلسلاتها، وتُضاهى الفواصل بالتسلسلات الجينومية المرجعية.

تمثلت الخطوات التالية في إثبات أن هذه الطريقة قادرة بكفاءة على إنشاء سجل للتعبير الجينيّ، وتحديد ما يمكن تمييزه بشأن البيئة الخلويّة أثناء فترة التسجيل. توصّل الباحثون إلى أن طريقة «ريكورد-سِك» استطاعت تسجيل ما بين المئات والآلاف



شكل 1 | نظامٌ لتعقب مسار التعبير عن الحمض النووي الريبي في الخلايا. يسجِّل شميت وزملاؤه[1] تطويرهم لتقنية تراقب التعبير الجينيّ عن طريق تخزين – ومن ثم تحديد – تسلسلات الحمض النووي المرجعية لتسلسلات الحمض النووي الريبي، المُعبَّر عنها في الخلايا البكتيرية. a: قام الباحثون بتعديل بكتيريا *Escherichia coli*، بحيث تعبِّر عن بروتينَي آليّة اكتساب كريسبر، تم استخلاصهما من بكتيريا *Fusicatenibacter saccharivorans*. يستطيع هذان البروتينان التقاط نُسَخ الحمض النووي الريبي، وقطع قصاصة قصيرة من الحمض النووي الريبي، تُستخدم لصنع نسخة حمض نووي من التسلسل، وهي نسخة تعمل كفاصل. يُدْمَج هذا الفاصل بين التسلسلات التكرارية للحمض النووي؛ لتكوين مصفوفة كريسبر. b، c: اختبر الباحثون ما إذا كانت أنماط الحمض النوويّ الملتقَطة تلك يمكن استخدامها أم لا، لتوثيق وفرة نُسَخ الحمض النووي الريبي المتولدة، كرد فعل لظروف مختلفة، مثل التعرض لجرعات مختلفة من جزيء باراكوات السام. وتوصَّل الباحثون إلى أن التقنية استطاعت التقاط "بصمة" لنمط التعبير الجيني، كان من شأنها أن تُميِّز الظرف المحدد الذي تعرضت له الخلية.

من نُسَخ الحمض النووي الريبي المختلفة الموجودة في الخليّة في أي وقت. وعلى الرغم من وجود ميل كبير لالتقاط النُّسَخ عالية التوافر، فإنّ توافر نُسَخ أحماض نووية ريبية معيَّنة – كما تحدد من خلال وضع تسلسل الحمض النووي الريبي – ارتبط عمومًا بمدى تكرار اكتساب تسلسل فواصل مرجعية في العيِّنة. علاوة على ذلك، تمكَّنت مجموعة الفواصل من تشكيل نمط معين، اعتمادًا على ظروف النموّ التي زُرِعت فيها الخلايا، وهو ما سمح للباحثين باستخدام "بصمة" هذا النوع من الفواصل كوسيلة لتمييز الظروف التي مرَّت بها الخلايا.

واحدة من النتائج المهمّة تمثلت في أن الباحثين حددوا الخصائص التي يبدو أنها تحكم انتقاء قصاصات الحمض النووي الريبي (التي يبلغ متوسط طولها في المعتاد حوالي 40 زوجًا قاعديًّا)، باستخدام آلية اكتساب كريسبر أثناء عمليّة تولِّيد الفواصل. وجد شميت وزملاؤه أن القصاصات كانت غنيّة بنيوكليوتيدات أدينين وثايمين، وأنها كانت غالبًا تأتي من أي طرف من طرفي نسخة الحمض النووي الريبي. وعلى خلاف ما كان متوقعًا، لم يجد الباحثون تفضيلًا واضحًا لتسلسلات بعينها تتاخِم مناطق الحمض النووي الريبي المستخدَمة لصنع قصاصات الحمض النووي الريبي. فهذه التسلسلات المتاخمة – التي غالبًا ما يُطلق عليها «الصيَغ المُجاوِرة للفاصل الأوّلِيّ» Protospacer-adjacent motifs (PAMs)، ضرورية لعمليّة التعرُّف التي تُمَكِّن دفاعات كريسبر-كاس من القص الدقيق للتسلسل المستهدَف المطلوب في الجسم الدخيل، وعدم قص التسلسل نفسه الموجود في المصفوفة[8]. وبالتالي، قد يولِّد النظام بعض الفواصل التي لا تتيح إطلاق استجابة مناعيّة فعَّالة، لأن التسلسلات المرجعية المستهدفة لا تُتاخِمها صيغة مجاورة للفاصل الأوّلِيّ. تثير هذه الإمكانيّة – وكذا قدرة بروتينَيْ اكتساب الحمض النووي الريبي على اكتساب قصاصات حمضٍ نووي ريبي من النُّسَخ الخاصة بخلية البكتيريا – تساؤلات بشأن ما إذا كانت هذه الأنظمة تدافع بفعالية عن الخلايا ضد الدخلاء غير المرغوب فيهم، أم لا، وكيف يحدث هذا الأمر، إذا كان الجواب بـ"نعم".

يمكن القول إن أهم دليل على فعالية الطريقة التي ابتكرها الباحثون ظهر حينما أجروا مقارنة بين طريقة «ريكورد-سِك»، وطريقة وضع تسلسل الحمض النووي الريبي بشكل مباشر. في إحدى التجارب المهمة، قيَّم الباحثون مدى جودة التقاط كل تقنية للاستجابات النسخيّة للخلايا البكتيريّة عند تعرُّضها لجزيء باراكوات السامّ لفترة قصيرة. اكتشف الباحثون أن طريقة «ريكورد-سِك» وحدها هي التي تمكنت من التقاط كلٍّ من الخصائص العابرة والخصائص المعتمدة على الجرعة، للاستجابة النسخيّة للتعرض للباراكوات (شكل 1b,c).

أرسى شميت وزملاؤه الأسس العملية لاستخدام طريقة «ريكورد-سِك» لمراقبة أنماط التعبير الجيني المعقَّدة التي تحدث على مدار الوقت، على الرغم من أنه لا تزال هناك أوجه قصور تقنية مباشرة يجب التغلّب عليها. وأحد أوجه القصور الموجودة حاليًّا هو أن عملية اكتساب الفواصل لا تزال منخفضة الكفاءة بشدة، حيث إنها تتطلب على الأقل 10 ملايين خلية بكتيرية، لتسجيل نمط التعبير بدقّة. أحد العيوب الأخرى هو أن الباحثين اختبروا نظامهم في الخلايا البكتيرية فقط، في حين أن الكثير من إمكانيات طريقة «ريكورد-سِك» في المستقبل قد يكون ملائمًا للخلايا الحيوانيّة والنباتية. وأخيرًا، استُخْدِمَت طريقة «ريكورد-سِك» لوضع تسلسل مصفوفات لا تحوي سوى فاصل واحد أو اثنين، وذلك لأسباب تتعلق بالطريقة التي تم بها عزل المصفوفات حديثة الاستطالة، ووضع تسلسلاتها. وإذا تم تعديل التقنيّة، بحيث تحلل مصفوفات أطول، فإن هذا قد يقدم طريقة لتمييز توقيت وشدّة أكثر من حدث خلوي واحد أثناء فترة التسجيل نفسها. إن التطبيق الناجح لتقنيات كريسبر المعتمِدة على الحمض النووي في مجموعة متنوعة من الكائنات عديدة الخلايا – فضلًا عن التطور المستمر في تصميم بروتينات كاس[9–11] – يعطي الأمل في إمكانية أن تتغلب طريقة «ريكورد-سِك» على هذه الصعوبات، وأن تصبح في نهاية المطاف تقنية مُحكمة، وواسعة الاستخدام.

مع المزيد من التطوير لطريقة «ريكورد-سِك»، قد تظهر لها تطبيقات عديدة. فهل يمكن استخدامها في تتبع مسار التغيّرات المكانية الزمانية في أنماط التعبير الجيني لدى الأنظمة عديدة الخلايا، وكذلك في تسليط الضوء على نمو الأنسجة، والأعضاء الحيوانية والنباتية؟ لعله يمكن استخدام هذه التقنية في مراقبة المجتمعات الميكروبية في البيئات المتقلبة بالغة الصغر، أو مراقبة التفاعلات بين المسبِّب المرضي وعائله أثناء العدوى.

وأخيرًا، هل سيكون من الممكن استخدام الخلايا المُعدَّلة بحيث تنفذ طريقة «ريكورد-سِك» في مراقبة التعبير الجيني في البيئات التي يصعب الوصول إليها، مثل أمعاء الإنسان، أو في تحديد أنماط التعبير الجيني المُمَيِّزة لمرضٍ، أو اختلال؟ إنّ تقنية شميت وزملائه قد تُحْدِث تحولًا في طرق مراقبة أنماط التعبير الجيني في خلايا النسيج الحي، كما أنها تسلط الضوء على جانب آخر من أنظمة كريسبر-كاس، يمكن استغلاله للخروج بتقنيات فعالة. ■

يعمل **تشيس إل. بايزل** لدى معهد هيلمهولتز لأبحاث العدوى المرتبطة بالحمض النووي الريبي، وكذلك لدى جامعة فيرتسبورج، 97080 فيرتسبورج، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: chase.beisel@helmholtz-hiri.de

1. Schmidt, F., Cherepkova, M. Y. & Platt, R. J. *Nature* **562**, 380–385 (2018).
2. Barrangou, R. & Doudna, J. A. *Nature Biotechnol.* **34**, 933–941 (2016).
3. Levy, A. *et al. Nature* **520**, 505–510 (2015).
4. Shipman, S. L., Nivala, J., Macklis, J. D. & Church, G. M. *Science* **353**, aaf1175 (2016).
5. Shipman, S. L., Nivala, J., Macklis, J. D. & Church, G. M. *Nature* **547**, 345–349 (2017).
6. Sheth, R. U., Yim, S. S., Wu, F. L. & Wang H. H. *Science* **358**, 1457–1461 (2017).
7. Silas, S. *et al. Science* **351**, aad4234 (2016).
8. Leenay, R. T. & Beisel, C. L. *J. Mol. Biol.* **429**, 177–191 (2017).
9. Kleinstiver, B. P. *et al. Nature* **523**, 481–485 (2015).
10. Slaymaker, I. M. *et al. Science* **351**, 84–88 (2016).
11. Hu, J. H. *et al. Nature* **556**, 57–63 (2018).

السرطان

آلافٌ من الطرق المختصرة إلى الاختبار الجينيّ

يُستخدم التحرير الجينيّ في وقتنا الحاليّ لإدخال كل طفرة ممكنة وحيدة النيوكليوتيد إلى المناطق الرئيسة المُشَفِّرة للبروتين في جين *BRCA1* المسؤول عن الاستعداد الوراثي للإصابة بالسرطان، للتعرف على المتغيرات المرتبطة بخطر الإصابة بهذا المرض.

ستيفن جيه. تشانوك

على مدار عقود، حاول علماء الوراثة السرطانية تحديد التغيُّرات في تسلسل الجين *BRCA1*، التي تجعل الأفراد الحاملين لها عرضة للإصابة بسرطان الثدي أو المبيض. وقد ركَّزت الجهود المكثفة على تفسير المتغيرات الجينيّة الكثيرة في *BRCA1*، وذلك من خلال الملاحظات الإكلينيكية؛ لتحديد أيّ المتغيرات يُسمَح على أساسه تقديم المشورة للمريض، عن خيارات التدخُّل العلاجيّ[1]. وبشكل عام، تصنَّف متغيرات *BRCA1* إلى ثلاث فئات[2،3]: متغيرات حميدة ليست مدعاة للقلق؛ ومتغيرات ضارّة يمكن أن تسبِّب احتمالًا مرتفعًا للإصابة بالسرطان؛ ووسائط غير مستقرّة تُسَمَّى بالمتغيرات غير معروفة الأهميّة (VUS). أما الأصعب تصنيفًا، فهو المتغيرات التي لا تظهر إلا نادرًا، والتي توجد منها الآلاف في *BRCA1*. وعادةً ما كان العلماء يركِّزون في التحري الجينيّ على العائلات أو المجتمعات التي تظهر فيها طفرات معيّنة بمعدَّل مرتفع، على نحو استثنائي، مما يكشف عن آثار المتغيرات الضارّة، لكنْ في العدد الثاني في شهر أكتوبر من دورية *Nature*، سجَّل فيندلاي وزملاؤه[4] مقاربة معمليّة مبتكرة؛ لدراسة تأثير الآلاف من المتغيرات على المناطق المُشَفِّرة للبروتين في جين *BRCA1*.

يُعَد بروتين BRCA1 مثبطًا رئيسًا للأورام، وعاملًا أساسيًّا في مسارٍ لإصلاح الحمض النوويّ، يسمَّى الإصلاح الموجَّه بالتناظر. وقد أدتّ الطفرات التي تعطِّل هذه الوظيفة إلى موت خلايا بشريّة مزروعة من سلالة تسمَّى HAP1 (المرجع 5). استغل فيندلاي وزملاؤه هذه الخاصيّة التي تتمتع بها خلايا HAP1 واستخدموها بمهارةٍ فائقة في البحث الدقيق عن متغيرات *BRCA1* الضارّة.

استخدم الباحثون وسيلة للتحرير الجينيّ، تسمّى كريسبر-كاس9 (CRISPR-Cas9)؛ لتحويل كلّ نيوكليوتيد في 13 منطقة أساسيّة مُشَفِّرةٍ للبروتين (إكسونات) من الجين *BRCA1* إلى كلّ قاعدة أخرى ممكنة بدقة، بمعدَّل نيوكليوتيد واحدٍ كل مرة، وهو أسلوب مُضْنٍ، يسمّى تحرير الجينوم بالتشبّع (SGE). في كلّ تجربة، حرر الباحثون إكسونًا واحدًا من *BRCA1* في 20 مليون خليّة HAP1 في آنٍ واحد، ثم تركوا الخلايا تنمو في المختبر لمدة 11 يومًا، وعينوا تسلسل الإكسون المُحَرَّر؛ لقياس معدَّل تكرار كلّ مُغاير في تجمّع الخلايا. وصنف الباحثون - من خلال كل هذه البيانات - المتغيرات بأنها وظيفية (إذا كانت نسبة تكرارها قد أشارت إلى أن الإصلاح الموجّه بالتناظر كان نشطًا في الخلايا التي تحمل ذلك المتغير)، أو غير وظيفية (إذا كانت نسبة تكرارها أقلّ من المتوسِّط، ما يُشير إلى أن المتغير قد أدى إلى موت الخلايا)، أو وسيطة (شكل 1).

وجد فيندلاي وزملاؤه أن نتائجهم تتسق مع النتائج التي توصّل إليها باحثون آخرون من تجربةٍ تكميليّة كانت تهدف إلى معرفة ما إذا كان الإصلاح الموجّه بالتناظر يحدث طبيعيًّا في الخلايا المتطفرة في جين *BRCA1*، أم لا، وقد سبق تلخيصها في ورقةٍ بحثيّة مُرافِقة منشورة في دورية «ذا أمريكان جورنال أوف هيومان جينيتكس» *The American Journal of Human Genetics*[6]. وقارن الباحثون نتائجهم كذلك بمجموعةٍ معترَف بها دوليًّا من متغيرات[7] *BRCA1* المشروحة، المصنَّفة حميدة، أو ضارّة، أو غير معروفة الأهميّة، على أساس البيانات الإكلينيكية، أو (على أساس عدم توافر البيانات الإكلينيكية، في حالة العديد من المتغيرات غير معروفة الأهميّة). واكتشف الباحثون أن النتائج التي توصلّوا إليها دقيقة بشكلٍ مذهل، رغم أنها غير مثالية. وفي العموم، تطابقت المتغيرات التي صنّفها فيندلاي وزملاؤه في بحثهم على أنها غير وظيفية مع المتغيرات الموصوفة في قاعدة البيانات بأنها ضارّة. ومما يدعو للاطمئنان أن كل المتغيرات الوظيفية تقريبًا تطابقت مع تلك الموصوفة بأنها حميدة.

> "مِن المرجَّح أن يتم إدماج النتائج في الجهود الحالية؛ لشرح متغيرات *BRCA1*."

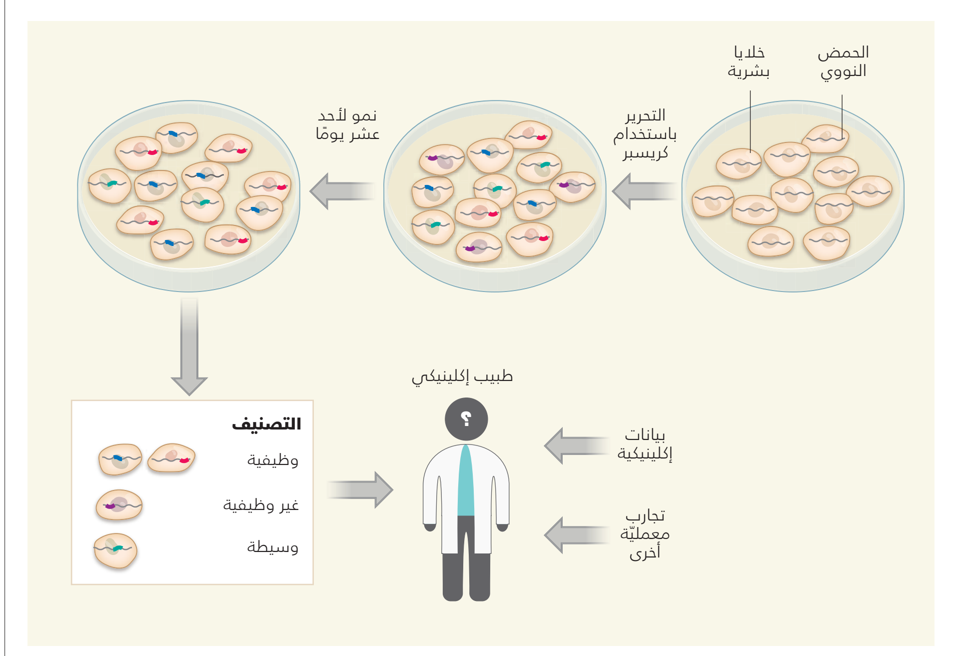
وهكذا، استنتجت المجموعة البحثيّة أنه يمكن استخدام طريقتهم لتسليط الضوء على المتغيرات العديدة المزعجة، المصنَّفة بأنها غير معروفة الأهميّة، والتي تقضّ مضطجع الأطباء الإكلينيكيين. وقدَّم الباحثون أدلة على أن بعض متغيرات *BRCA1* غير معروفة الأهميّة لا وظيفة لها. وهي مجموعة فرعيّة، تجب متابعتها بدقّة مستقبلًا. وأخيرًا، قدَّم الباحثون معلومات مهمّة عن مدى قدرة المتغيرات في التسلسلات المُجاورة للإكسونات على تشويش وظيفة البروتينات، وهو الأمر الذي يزيد من قدرتنا على تفسير وظيفة المزيد من أجزاء الجينوم.

تتميَّز الدراسة الحالية بنطاقها الواسع، حيث تتيح المقاربة المستخدمة فيه تحليل حوالي 4000 متغير محتمَل لـ*BRCA1* بالتوازي. ومن المفترض أن تنظر الدراسة اللاحقة في مناطق من *BRCA1* خارج الثلاثة عشر إكسونًا التي تناولتها هذه الدراسة، خاصة تلك التي تحمل طفرات ضارّة، ومتغيرات غير معروفة الأهميّة. وحاليًّا، تتراكم المتغيرات غير معروفة الأهميّة، حيث إن معدَّل تجميع تسلسلات جديدة لـ*BRCA1* من المرضى يتجاوز بكثير تراكُم المعلومات الإكلينيكية المطلوبة لتصنيف المتغيرات. وتمثِّل مقاربة فيندلاي وزملائه ما يُحتمل أن يكون نقطة تحوُّل كبيرة في دراسة المتغيرات غير معروفة الأهميّة، لكنْ سيكون من المهم أولًا جمع المزيد من البيانات الإكلينيكية؛ للتصديق على صحّة النتائج المثيرة لهذه الدراسة.

وإنْ تم التصديق على هذه التقنية، فقد تمثِّل تقدمًا كبيرًا، مقارنة بالجهود السابقة لدراسة تأثير المتغيرات غير معروفة الأهميّة في المختبر. فعادةً ما كانت تمزج تلك الجهود بين النماذج الحوسبيّة، والتجارب المعمليّة على التفاعلات بين البروتينات وبعضها، أو على حساسية الأدوية مثلًا. وطوال العقد الماضي، بدأت إضافة هذه التحليلات إلى استراتيجيّات الشرح، إلا أن وتيرة التغيّر كانت بطيئة، كما أن هنالك خلافًا كبيرًا بشأن مقدار الأهميّة الذي يجب منحه لتلك الأدلّة[8]، إلا أن حجم دراسة فيندلاي وزملائه، فضلًا عن دقّتها الظاهرة يبشِّران بإمكانية دمجها مستقبلًا في تصنيف متغيرات *BRCA1*. ومن المرجّح أن تُدْمَج النتائج في المساعي الحالية لشرح متغيرات[7] *BRCA1* التي تُعَد جزءًا من "تحدّي BRCA الدوليّ" (http://brcaexchange.org).

ولكن لا بد من إمعان التفكير؛ للتوصل إلى الطريقة الأمثل لدمج تجربة فيندلاي وزملائه في تصنيف المتغيرات. وأساس الاختبار الجينيّ هو توافر بيانات إكلينيكية كافية؛ لربط الخطورة بمتغير معيَّن[7،8].

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



شكل 1 | اختبار تأثير المتغيرات الجينيّة على وظيفة بروتين BRCA-1. زرع فيندلاي وزملاؤه[4] خلايا بشرية في مزرعة، واستخدموا وسيلة للتحرير الجينيّ، تسمّى "كريسبر-كاس9"؛ لتعديل جينومات الخلايا، بحيث صار كل اختلاف وحيد النيوكليوتيد في منطقة مشفرة للبروتين معيَّنة (إكسون) في الجين *BRCA1* موجودًا في بعض خلايا الجماعة. تمّت زراعة الخلايا المُحَرَّرة لمدة 11 يومًا، ثم وُضع تسلسل الإكسون (غير موضح)؛ لتحديد تكرار كل متغير في الجماعة. صُنِّفَت المتغيرات التي ظهرت بنسبة التكرار المتوقعة كمتغيرات وظيفية، أي أن البروتين لم يكن له تأثير على وظيفة BRCA1، في حين صُنفت المتغيرات التي ظهرت بمستويات أقل من المتوقع كمتغيرات غير وظيفية، لأنها أحدثت تغيرات في BRCA1، حالت دون النمو الطبيعي للخلايا. أما المتغيرات التي كانت في المنتصف بين هذا وذاك، فقد صُنفت وسيطة. هذا، ويمكن المزج بين هذه المقارنة، وبين البيانات الإكلينيكية الأخرى والتجارب المعمليّة؛ لإتاحة التصنيف الدقيق للمتغيرات على أيدي الأطباء الإكلينيكيين، إلا أن كيفيّة القيام بذلك تستلزم المزيد من المناقشة (مقتبَس من (شكل 1ب) من الدراسة[4]).

والمفترض في الاختبار الجديد أن يكمِّل هذه البيانات، لا أنْ يحلّ محلها. وقد يكون من الأيسر استخدام التجربة استخدامًا مباشرًا في تفسير المتغيرات غير معروفة الأهميّة التي جرى تحديدها أثناء اختبار الجينات البشريّة، خاصة أن التحرير الجينوميّ بالتشبع قد استُخدم بنجاح في الماضي لتحديد أهداف من أجل تطوير الأدوية[9]، إلا أن البيانات المعمليّة وحدها لا يجب أن تُستخدَم كأساس لتقديم النصيحة الطبيّة، على الأقل إلى أن يتم التصديق على هذه المقارنة إكلينيكيًّا.

والسؤال الآن، هل يمكن استخدام مقاربة فيندلاي وزملائه في تحليل المتغيرات في أكثر من حوالي 20 ألف جين آخر في الجينوم البشريّ؟ غالبًا الإجابة هي نعم فيما يخص الجينات المسؤولة عن الاستعداد الوراثي للإصابة بالسرطان، التي يتجاوز عددها المائة[10]، وتشمل الجينَين *BRCA2*، و*TP53* اللذين سبقت دراستهما باستفاضة. ويُتَوَقَّع أنْ تبدل تلك المتغيرات غير الوظيفية لهذه الجينات من نمو الخلايا في المزارع، مما يتيح استخدام تعديل لتجربة نسبة التكرار لفيندلاي وزملائه. إن المجهود المبذول في تطوير هذه التجربة لكل جين ضخمٌ للغاية، وربما سيبطئ من التطبيق المباشر للتحرير الجينوميّ بالتشبع في دراسة المتغيرات غير معروفة الأهمية. ورغم أن تطوير هذه التجارب لكل الإكسونات في جينات السرطان سوف يستنزف الوقت والمال، فإن النتائج قد تكون مذهلة لعلماء الوراثة السرطان. هذا، وتجب إتاحة تحليلات التحرير الجينوميّ بالتشبع الكبيرة لجينات السرطان للاستخدام العام في وقت قريب، حيث من الممكن أن يؤدي التحرير الجينوميّ بالتشبع إلى التعرف على الجينات المسؤولة عن الاستعداد للإصابة بالسرطان، التي لم تكن معروفة من قبل. وفي المقابل، سيصدِّق عليها الأطباء الإكلينيكيون البارعون.

إنّ بحث فيندلاي وزملائه المثير سيلفت أنظار الباحثين من مختلف مجالات علم الجينوم. وما زال من المنتظَر معرفة إلى أيّ مدى يمكن تطبيق مقاربة الباحثين في كل هذه المجالات، أو ما إذا كانت ستظلّ مجرد تطور مثير قاصر - في الأساس - على مجال السرطان فقط، أم لا. وعلى أيّ حال، من المفترض أن تساعد هذه الدراسة الباحثين على إدراك الآفاق التي يعد بها الطب الدقيق.[11] ■

ستيفن جيه. تشانوك باحث في قسم علوم وبائيات وعلم وراثة السرطان، بالمعهد الوطنيّ للسرطان، التابع للمعاهد الوطنيّة للصحة، بيثيسدا، ميريلاند 20892، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: chanocks@mail.nih.gov

1. Kuchenbaecker, K. B. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **317**, 2402–2416 (2017).
2. Plon, S. E. *et al. Hum. Mutat.* **29**, 1282–1291 (2008).
3. Richards, S. *et al. Genet. Med.* **17**, 405–423 (2015).
4. Findlay, G. M. *et al. Nature* **562**, 217–222 (2018).
5. Blomen, V. A. *et al. Science* **350**, 1092–1096 (2015).
6. Starita, L. M. *et al. Am. J. Hum. Genet.* https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2018.07.016 (2018).
7. Rehm, H. L. *et al. N. Engl. J. Med.* **372**, 2235–2242 (2015).
8. Spurdle, A. B. *et al. Hum. Mutat.* **33**, 2–7 (2012).
9. Ma, L. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **114**, 11751–11756 (2017).
10. Rahman, N. *Nature* **505**, 302–308 (2014).
11. Collins, F. S. & Varmus, H. *N. Engl. J. Med.* **372**, 793–795 (2015).

ملخصات الأبحاث

دوائر عصبية

الإدراك المكاني الذاتي

يتمثل أحد الأدوار الرئيسة للإبصار في إرشاد توجيه الحركة، وتوجيه الحركة يقوده الإبصار بقوّة. ومن المعروف أن أنظمة الإبصار والتوجيه في الدماغ تتفاعل مع بعضها البعض، وقد لُوحظ أن الإشارات ذات الصلة بالموقع في البيئة تظهر في وقت مبكر من النمو في القشرة البصرية.

في البحث المنشور، وبغرض تحديد طبيعة هذه الإشارات، سجل الباحثون الإشارات في القشرة البصرية الأوليّة (V1)، ومنطقة الحُصين الأوليّة CA1، في أثناء اجتياز الفئران ممرًّا في الواقع الافتراضي. احتوى الممر على معالم بصرية متطابقة في موقعين، بحيث تستجيب خلية عصبية بصرية بحتة بطريقة متماثلة في هذين الموضعين، لكنّ معظم الخلايا العصبية في القشرة البصرية الأولية تجاوب مع المعالم في أحد الموقعين، دون الآخر، أو بطريقة أشد في واحد، مقارنة بالآخر. ولم تفسر عوامل معينة - مثل سرعة الجري - سبب هذا التفاوت في الاستجابات البصرية حسب الموقع المكاني.

ولتقييم ما إذا كان التفاوت يتعلق بإشارات التوجيه وتقدير الحيوان الذاتي لموقعه، أم لا، درّب الباحثون الفئران على اللعق؛ للحصول على مكافأة من الماء عند الوصول إلى منطقة مكافأة في الممر.

عمدت مجموعات الخلايا العصبية في كل من منطقة الحُصين الأوليّة والقشرة البصرية الأولية إلى ترميز وضع الحيوان على طول الممر، وأمكن الربط بين الأخطاء في تمثيلها. والأكثر من ذلك، أن كلا التمثيلين عكس تقدير الحيوان الذاتي لموضعه، الذي أمكن الاستدلال عليه من عملية اللعق بشكل أدق مما أمكن من خلال موقعه الفعلي. فعندما قامت الفئران باللعق في موقع معين، سواء أكان صحيحًا، أم لا، وضعت مجموعات الخلايا العصبية في كل من القشرة البصرية الأوليّة ومنطقة الحُصين الأوليّة الحيوان في منطقة المكافأة.

ويستنتج الباحثون أن الاستجابات البصرية في القشرة البصرية الأوليّة تحكمها إشارات توجيهية، تتسق وتلك المرمَّزة في الحُصين، التي تعكس إدراك الحيوان الذاتي لموقعه. ويشير ظهور مثل هذه الإشارات التوجيهية في وقت مبكر من النمو في منطقة حسية أولية إلى أنها تتخلل المعالجة الحسيّة في القشرة الدماغية.

A. Saleem *et al.*
doi: 10.1038/s41586-018-0516-1

هندسة الطيران

طائرة تعلّم نفسها التحليق

عادةً ما تَعتمِد الطيور المحلقة على الأعمدة الحرارية الصاعدة (التيارات الحرارية) الموجودة في الغلاف الجوي في أثناء بحثها عن فريسة، أو هجرتها عبر مسافات كبيرة. وتضاريس تيارات الحمل الحراري هذه وعرة، وتتقلب في نطاقات زمنية تقدَّر ببضع دقائق؛ ذلك لأن التيارات الحرارية تتكوّن، أو تتلاشى، أو تتنقل بعيدًا بفعل الرياح باستمرار، لكنّ كيفية عثور الطيور المحلقة على التيارات الحرارية، والتحليق عبرها في هذا المشهد المعقد غير معروفة.

لذا، يوفر التعليم المعزز إطار عمل ملائمًا لتحديد استراتيجية ملاحية فعالة، في شكل سلسلة من القرارات التي تُتخذ استجابةً لمؤشرات بيئية.

في البحث المنشور، يستخدم الباحثون التعليم المعزز لتدريب الطائرات الشراعية المنزلقة في ميدان الطيران كي تحلق بشكل مستقل عبر التيارات الحرارية للغلاف الجوي. زوّد الباحثون الطائرات ذات الأجنحة - التي تمتد إلى مترين - بوحدة تحكُّم جوي تحكّمت بدقة في زاوية العطوف والانحدار، ومن ثم تقوم بضبط هذه القيم على فترات؛ بهدف الوصول إلى أقصى ارتفاع ممكن. وتم وضع استراتيجية ملاحية بناء على التجارب المجمّعة للطائرات وحدها، التي جُمعت على مدار عدة أيام في الميدان. تعتمد الاستراتيجية على أساليب تُطبّق (على متن الطائرة)؛ للتقدير الدقيق لتسارع الرياح الرأسية الموضعية، والعزوم الالتفافية على الطائرة الشراعية المنزلقة، التي تعمل كمؤشرات ملاحية.

وتَحَقَّق الباحثون من صحة سياسة الطيران المتعلِّمة هذه، الخاصة بهم، من خلال تجارب ميدانية، وعمليات محاكاة عددية، وتقديرات التشويش في القياسات الناجمة عن اضطرابات الغلاف الجوي. وتلقِي نتائجهم الضوء على دور تسارع الرياح الرأسية والعزوم الالتفافية كمؤشرات ميكانيكية استشعارية فعالة للطيور المحلقة، وتوفر استراتيجية ملاحية قابلة للتطبيق مباشرةً في تطوير مركبات ذاتية التحليق.

G. Reddy *et al.*
doi: 10.1038/s41586-018-0533-0

الشكل أسفله | التحليق في الميدان باستخدام مؤشرات ملاحية اضطرابية. أ. المسار (الخط البرتقالي) الخاص بالطائرة الشراعية المنزلقة في أثناء تحليقها في باواي بكاليفورنيا. ب، رسم كرتوني للطائرة يوضح المؤشرات الملاحية المتوفرة؛ أي التدرجات في السرعات الرأسية للرياح (موضحة بطول الأسهم الزرقاء) على امتداد المسار، وعبر أجنحة الطائرة، التي تولّد تسارع رياح رأسيًّا، a_z، وعزمًا التفافيًّا، ω، على الترتيب. ج، أثر لعيِّنة من السرعة الرأسية المقدَّرة للرياح، w_z، وقيمة a_z المناظِرة التي تم الحصول عليها في الميدان. د، زاوية العطوف المقاسة μ وقيمة ω المقدَّرة في أثناء التجربة نفسها المُعبَّر عنها في ج. تم تقدير ω (الخط الأخضر المتصل) من الانحرافات الصغيرة في زاوية العطوف المقاسة (الخط الأزرق المتصل) عن زاوية العطوف المتوقعة (الخط البرتقالي المتقطع)، بعد أخذ التأثيرات الأخرى في الحسبان (انظر: قسم الأساليب "Methods" في البحث).

بوليمرات

حدّ طور التغيُّر الشكلي في المواد العضوية

عادة ما تتحسن الكهرباء الضغطية – التحول البيني المباشر بين الطاقتين الحركية، والكهربائية – بشكل ملحوظ عند حد طور التغير الشكلي للمواد الفروكهربائية، الذي يمثل منطقة انتقالية في مخطط أطوار المواد الكهروضغطية، ويصل بين طورين متنافسين، لهما تماثلات مختلفة. وأتاح ذلك التحسين مؤخرًا تطوير مواد بيروفسكايت كهروضغطية متنوعة – من الرصاص، وأخرى خالية من الرصاص – لها خواص كهروضغطية مميزة تتيح استخدامها في المشغلات الميكانيكية، ومحولات الطاقة، والمجسّات، وتطبيقات استخلاص الطاقة.

وبالرغم من ذلك.. لم يسبق رصد حد طور التغير الشكلي في المواد العضوية قط. ويؤدي غياب أساليب فعالة لتحسين الاستجابات الكهروضغطية الكامنة للبوليمرات إلى صعوبة كبيرة في استخدامها في أجهزة مرنة وملائمة حيويًّا، ويمكن ارتداؤها.

في البحث المنشور، يشير الباحثون إلى سلوك مستحث بالكيمياء الفراغية، مشابه للسلوك الذي تم رصده عند حدود طور التغير الشكلي، في البوليمرات التساهميّة الفروكهربائية من النوع P(VDF-TrFE). ويوضحون أن التراتب المفصَّل تكوينيًّا (أي الترتيب الفراغي الكيميائي للمراكز

غير التناظرية المتعلقة بمونمرات TrFE) يمكنـه أن يؤدي إلى تطور بين جزيئي من النظام إلى عدم النظام فـي الطور البلوري؛ وبالتالي يؤدي إلى نشـوء منطقة انتقالية وسيطة تبدو كحدّ طور التغير الشـكلي، الذي تظهر فيه بشـكل متزامن خواص فروكهربائية، وخـواص التقبُّض الكهربائي العالي، التي تتنافس فيما بينها.

وتؤكد حسابات الباحثين المستندة إلى المبادئ الأصلية الدور الحاسم للتراتب التسلسلي في تحفيز تكوُّن هذه المنطقة الانتقالية عبر المنافسة البنيوية بين الطور العابر للمستوى، والطور الحلزوني 1/3. ويوضح الباحثون أن البوليمر التساهمي P(VDF-TrFE) ذا التركيب متغير الشكل يُظهِر مُعاملًا كهروضغطيًّا طوليًّا يبلغ 63.5- بيكو كولوم لكل نيوتن، متفوقًا في هذا على أحدث البوليمرات الكهروضغطية.

وبالنظر إلى المرونة الموجودة في التصميـم الجزيئي للمواد العضوية الفروكهربائية، وفي تصنيعها، يمهد هـذا البحث الطريق نحو تطوير بوليمـرات كهروضغطية عالية الأداء، ويمكن توسيع نطاقها.

Y. Liu *et al*.

doi: 10.1038/s41586-018-0550-z

غازات فائقة البرودة

نحو قياس دقيق للتداخل في الفضاء

في ظل ظروف الجاذبية المنخفضة في الفضاء، تتيح المختبرات المحمولة في الفضاء إجراء تجارب تنطوي على فترات ممتدة من السقوط الحرّ. ولأن تكاثف بوز-آينشتاين يتميز بطاقة تمدُّد منخفضة للغاية – وهو ما يعني أن رصدها يظل ممكنًا بعد أوقات طويلة من الاستجلاء – فإن مقاييس التداخل الذري المحمولة في الفضاء، التي تعتمد على تكاثف بوز-آينشتاين، يمكن أن تكون لها حساسية أكبر بكثير تجاه قوى القصور الذاتي، وذلك مقارنةً بالحساسية التي تُظهِرها مقاييس التداخل الأرضية المشابِهة لها.

في 23 يناير 2017، وكجزء من مهمة صاروخ التجارب MAIUS-1، قام الباحثون بإحداث تكاثف بوز-آينشتاين في الفضاء، وإجراء 110 تجارب، لها أهمية محورية في قياس التداخل بين المادة والموجات، بما في ذلك التبريد بالليزر، واقتناص الذرات في أثناء معدلات التسارع الكبيرة التي تحدث في أثناء عملية الإطلاق.

في البحث المنشور، يقدم الباحثون تقريرًا عن التجارب التي تم إجراؤها خلال الدقائق الست لرحلة الصاروخ في الفضاء، وهي الدقائق التي درسوا فيها التحول الطوري من مجموعة حرارية إلى تكاثف بوز-آينشتاين، وكذلك الديناميكيات الكلية للتكاثف الناتج. وتُظهِر مقارنة النتائج التي توصل إليها الباحثون بنتائج التجارب الأرضية المشابهة تحسُّن في درجة الاستبانة اللازمة لرصد هذه الظواهر، نظرًا إلى طول وقت السقوط الحرّ في الفضاء.

وتقدِّم نتائج الباحثين رؤًى متعمقة بشأن إجراء تجارب الذرات الباردة في الفضاء، مثل القياس الدقيق للتداخل، وتمهِّد الطريق لوضع نماذج مصغَّرة لمفاهيم المعلومات الكَمّية المعتمِدة على الذرات الباردة والفوتونات لأغراض التطبيقات المعتمِدة على الأقمار الاصطناعية، كما تتيح كثافة بوز-آينشتاين المحمولة في الفضاء إمكانية إجراء تجارب الغازات الكميّة في ظروف منخفضة الجاذبية.

D. Becker *et al*.

doi: 10.1038/s41586-018-0605-1

التعبير الجيني

إنشاء أطلس لخلايا الفئران

في البحث المنشور، يقدم الباحثون مجموعة وافية من بيانات ترانسكريبتوم الخلايا المفردة من الكائن النموذج الفأر المنزلي (*Mus Musculus*)، تضم أكثر من مائة ألف خلية من 20 من الأعضاء المختلفة والأنسجة.

تمثِّل هذه البيانات مصدرًا جديدًا لعلم الأحياء الخلوي، كما تكشف عن التعبير الجيني في مجموعات خلوية فقيرة التمايز، وتمكِّن من المقارنة المباشرة والمُحكَمة للتعبير الجيني في أنواع الخلايا المشتركة بين الأنسجة، كالليمفاويات التائية، والخلايا البِطانية من مواقع تشريحية مختلفة.

اتبع الباحثون نهجين تقنيين متميزين لمعظم الأعضاء. فقد أتاح النهج الأول، وهو عدّ النهايات '3 استنادًا إلى قطيرات المواقع الدقيقة، مسح آلاف الخلايا بتغطية منخفضة نسبيًّا، بينما أتاح النهج الآخر - وهو تحليل منتسخ كامل الطول، استنادًا إلى تقنية فرز الخلايا المنشَّطة بالتألق الفلوري - توصيف أنواع الخلايا المختلفة بدقة وتغطية عاليتين. وتقدِّم البيانات التراكمية الأساس لإنشاء أطلس لعِلْم الأحياء الخلوي المرتبط بالترانسكريبتوم.

The Tabula Muris Consortium

doi: 10.1038/s41586-018-0590-4

الشكل أعلاه | نظرة عامة على أطلس الفئران، المسمى «تابولا موريس» *Tabula Muris*. أ. أُجري تحليل لعشرين عضوًا من أربعة فئران ذكور، وثلاث فأرات إناث. بعد الفصل، فُرِزَت الخلايا عبر تقنية فرز الخلايا المنشَّطة بالتألق الفلوري (FACS)، وبالنسبة إلى بعض الأعضاء، فقد جرى احتواؤها في قطيرات زيتية دقيقة. حُلَّت الخلايا، وضُخِّمت الترانسكريبتومات، ووُضِع تسلسلها، كما وُضِعت خرائط للقراءات، وتم تحليل البيانات. ب، مخطط عمودي، يُظهِر عدد الخلايا التي وُضِع تسلسلها، والمعدَّة بتقنية FACS من كل عضو (*n* = 20 نوعًا من الأعضاء). ج، مخطط عمودي، يُظهِر عدد الخلايا التي وُضِع تسلسلها، والمعدّة باستخدام قطيرات المواقع الدقيقة من كل عضو (12 = *n* نوعًا من الأعضاء).

النمط الجيني

تحليل بيانات البنك الحيوي البريطاني

مشروع البنك الحيوي البريطاني (UK Biobank) هو دراسة أتراب مرتقبة، تتضمن بيانات متعمقة، وراثية وأخرى متعلقة بالنمط الظاهري، تم جمعها مما يقرب من 500 ألف شخص من جميع أنحاء المملكة المتحدة، كانت أعمارهم تتراوح بين 40 و69 عامًا عندما تم ضمهم للدراسة. ويُعتبر هذا المصدر المفتوح فريدًا من نوعه من حيث حجمه، واتساع نطاقه.

وتتوافـر فيه مجموعـة غنية ومتنوعة مـن المعلومـات ذات الصلة بالأنماط الظاهريـة والحالـة الصحية عن كل مشـارك، بما في ذلك القياسات الحيوية، ومؤشرات أسـلوب المعيشة، والواسـمات الحيوية في الدم والبول، وصور الأشـعة التشـخيصية للجسم والدماغ. ويتـم توفير معلومات المتابَعـة عن طريق الربـط بين الحالة الصحيـة والسـجلات الطبية. وقد تم جمـع بيانات الأنمـاط الجينية على مسـتوى الجينوم لجميع المشاركين، وهـو ما يقدم فرصًا عديدة لاكتشـاف ارتباطات وراثية جديدة، واكتشـاف الأسس الوراثية للسـمات المعقدة.

في البحث المنشـور، يصف الباحثـون التحليل المركـزي للبيانات الوراثية، بمـا في ذلك جودة الأنماط الجينيـة، وخصائص بِنْية المجموعة ومدى تقاربها للبيانات الوراثية،

والتدريج الفعال، وإسناد الأنماط الجينية، الذي يزيد من عدد المتغايرات القابلة للاختبار إلى حوالي 96 مليون. وقد تم إسناد التنوع الأليلي الكلاسيكي في 11 جينًا من جينات مستضدات كريات الدم البيضاء البشرية، ما أدى إلى استعادة إشارات ذات ارتباطات معروفة بين أليلات مستضدات كريات الدم البيضاء البشرية، والعديد من الأمراض.

C. Bycroft *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0579-z

علم الأعصاب

التحكم في أنماط الجلد وتطوره لدى الحبار

يظهر عدد قليل من الحيوانات حالته الإدراكية بشكل يتسم بالموضوعية كما هو الحال مع رأسيات الأرجل المموِّهة. يحتوي النظام المؤدي إلى مظهر الجلد لديها على مجموعة واسعة من الخلايا الصبغية (حاملات اللون، أو chromatophores)، كل منها قابل للتمدد بفعل عضلات شعاعية، تتحكم فيها النيورونات الحركية. وإذا تمكَّن المرء من تتبع حالات التمدد الفردية للخلايا الحاملة للون هذه؛ سيحصل على وصف كمي - وربما أيضًا وصف عصبي بالإنابة – لحالة الحيوان الإدراكية في الزمن الحقيقي.

في البحث المنشور، يقدّم الباحثون نهج استخدام الأساليب الحاسوبية والتحليلية لتحقيق ذلك في الحيوانات التي تتصرف بطبيعتها، محدِّدين – كميًّا - حالات عشرات الآلاف من الخلايا الحاملة للون بسرعة ستين إطارًا في الثانية، وبدقّة الخلايا المفردة، على مدى أسابيع. ومن ذلك يستخلص الباحثون تسلسلًا هرميًّا إحصائيًّا للتحكم الحركي، ويكشفون عن بِنْية أساسية صغيرة الأبعاد لوضع نمط الديناميكيات، كما يكشفون عن القواعد التي تتحكم في ظهور الأنماط الجلدية.

يقدم هذا النهج وصفًا موضوعيًّا لسلوك إدراكي معقد، ووسيلة قوية للكشف عن المبادئ التنظيمية الكامنة وراء وظيفة وديناميكية وتخلُّق النظم العصبية.

S. Reiter *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0591-3

الأثر البيئي

تقييم الأثر البيئي للطلب على الغذاء

يُعتبر النظام الغذائي محركًا رئيسًا للتغير المناخي، والتغيرات في استخدام الأراضي، ونضوب موارد المياه العذبة، وتلوث النظم البيئية المائية والأرضية، الناجم عن الإفراط في إدخال النيتروجين والفوسفور.

في البحث المنشور، يبين الباحثون أنه بين عامي 2010، و2050، وكنتيجة للتغيرات المتوقعة في أعداد السكان ومستويات الدخل، فإن التأثيرات البيئية للنظام الغذائي قد ترتفع بمعدل يتراوح بين 60، و90% في غياب التغيرات التكنولوجية، والتدابير المخصصة لتخفيف الأمر، لتصل إلى مستويات تتجاوز الحدود الكوكبية، التي تحدد مساحة عمل آمنة للبشرية. ويدرس الباحثون عدة خيارات للحد من الآثار البيئية للنظام الغذائي، ومن ضمنها التغيرات الغذائية نحو اتباع أنظمة غذائية صحية أكثر، وأكثر اعتمادًا على النباتات، وتحسينات في التقنيات والإدارة، وتقليل فقدان الغذاء وإهداره.

وقد توصلوا إلى أنه لا يوجد تدبير واحد يكفي لإبقاء هذه التأثيرات ضمن جميع الحدود الكوكبية في الوقت نفسه، وأنه ستكون ثمة حاجة إلى مزيج تآزري من التدابير؛ للتخفيف بشكل كافٍ من الزيادة المتوقعة في الضغوط البيئية.

M. Springmann *et al.*

doi:10.1038/s41586-018-0594-0

الشكل أسفله | الضغوط البيئية على خمسة مجالات بيئية، حسب مجموعة الغذاء منذ وقت ليس ببعيد (2010)، والمتوقعة (2050). تُحمَّل الضغوط البيئية على المنتجات الغذائية النهائية، وهي مسؤولة عن استخدام وتأثير المنتجات الأولية في إنتاج الزيوت النباتية، والسكر المكرَّر، وعن متطلبات الأعلاف في المنتجات الحيوانية. والتأثيرات مبينة على شكل نِسَب مئوية للتأثيرات الحالية، بخطٍ قاعدي لما هو متوقع في عام 2050، دون إجراءات تخفيفية مخصصة لمنتصف مسار التنمية الاقتصادية الاجتماعية (SSP2). والتأثيرات الحتمية لجميع المسارات الاجتماعية الاقتصادية موجودة في النص الرئيس، وفي البيانات المشار إليها في كشف توافر البيانات (راجع فقرة "الأساليب" Methods في البحث).

الضغط البيئي (النسبة المئوية للتأثير الحالي)
200 150 100 50 0
انبعاثات غازات الدفيئة: 2010، 2050
استعمال الأراضي الزراعية: 2010، 2050
استعمال المياه السطحية والجوفية: 2010، 2050
إدخال النيتروجين: 2010، 2050
إدخال الفوسفور: 2010، 2050
سلع أساسية، بقوليات، مكسرات وبذور، فاكهة وخضراوات
زيوت نباتية، سكر، محاصيل أخرى، منتجات حيوانية

علم الأحياء الدقيقة الإكلينيكي

تطور الميكروبيوم المعوي في الطفولة

يَعتمِد تطور الميكروبيوم من المهد إلى مرحلة الطفولة على مجموعة من العوامل، ويُعتقَد أن التفاعل الميكروبي المناعي في هذه الفترة يشارك في البيولوجيا المرضية للأمراض التي تظهر في مراحل الحياة التالية، مثل المناعة الذاتية المستمرة في الجُزَيرات البنكرياسية، والنمط الأول من داء السكري. وعلى حد علم الباحثين، لم تضع أي دراسة توصيفًا موسَّعًا للميكروبيوم في مراحل الحياة المبكرة لمجموعة سكانية كبيرة ومتعددة المراكز.

في البحث المنشور، يجري الباحثون تحليلًا طوليًّا لعينات براز من مجموعة مكونة من 903 أطفال، تتراوح أعمارهم بين 3 أشهر، و46 شهرًا، عن طريق وضع التسلسل الجيني للحمض النووي الريبي الريبوسومي 16S (n = 12,005)، والتسلسل الجينومي البيئي (*n* = 10,867)، كجزء من دراسة المحددات البيئية للإصابة بالسكري لدى الصغار (وتسمى اختصارًا دراسة «تيدي» TEDDY).

وأوضح الباحثون أن الميكروبيوم المعوي النامي يمر بثلاث مراحل متميزة من التطور: مرحلة نمائية (الشهور من 3-14)، ومرحلة انتقالية (الشهور من 15-30)، ومرحلة مستقرة (الشهور من 31–46). وكان تلقِّي حليب الثدي – حصريًّا، أو جزئيًّا – هو العامل الأهم المرتبط ببِنْية الميكروبيوم. وقد ارتبطت الرضاعة الطبيعية بوجود معدلات أعلى من أنواع *Bifidobacterium* (النوعان *B. breve*، و*B. bifidum*)، وأدّى إيقاف حليب الثدي إلى نضوج أسرع للميكروبيوم المعوي، كما يشير إليه وجود شعبة Firmicutes. وارتبطت- طريقة الولادة - بشكل كبير أيضًا - بالميكروبيوم خلال المرحلة النمائية، مدفوعًا بمستويات أعلى من أنواع *Bacteroides* (تحديدًا النوع *B. fragilis*) عند الرضع الذين وُلدوا ولادة طبيعية. كما ارتبطت الـ*Bacteroides* أيضًا بزيادة التنوع المعوي، والنضج الأسرع، بصرف النظر عن طريقة الولادة. ومثّلت العوامل البيئية، التي تشمل الموقع الجغرافي، والتعرض الأسري (مثل وجود الأشقاء، والحيوانات الأليفة ذات الفرو)، أيضًا متغيرات مشتركة مهمة.

وقد أظهر تحليل الحالات والشواهد المتداخلة ارتباطات خفيّة بين التصنيف الميكروبي، وتطور المناعة الذاتية في الجُزَيرات البنكرياسية، أو النمط الأول من داء السكري. وتحدِّد هذه البيانات التجمع البنيوي والوظيفي للميكروبيوم في المراحل الأولى من الحياة، وتوفِّر أساسًا للتحقيق الميكانيكي المستهدَف لعواقب تداخل الإشارات الميكروبية المناعية للصحة على المدى الطويل.

C. Stewart *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0617-x

المجرات والعناقيد

تكوُّن الهالة النجمية الداخلية للمجرة

يمكن إعادة تشكيل مجرتنا باستخدام حركات وكيمياء النجوم المنفردة. فقد أشارت الدراسات الكيميائية الديناميكية للهالة النجمية قرب الشمس إلى وجود مكونات متعددة، مثل التيارات والتكتّلات، إلى جانب أوجه الارتباط بين وفرة العناصر الكيميائية في النجوم، والمعاملات المدارية لها.

وكشفت تحليلات أُجريت مؤخرًا لعمليتين كبيرتين من عمليات المسح النجمي عن وجود تتابُع كثيف لوفرة العناصر، وتتابعَين متمايزَين في مخطط اللون والحجم، إضافة إلى بِنْية حركية بارزة، وتراجعية بعض الشيء، وذلك في الهالة القريبة من الشمس. وقد يساعد هذا الأمر على اقتفاء أثر حدث تنامٍ مهم مرّت به المجرّة، لكن الرابط بين هذه المشاهَدات ومقتضياتها فيما يخص تاريخ المجرة لا يزال غير مفهوم بشكل جيد.

وفي البحث المنشور، يقدم الباحثون تحليلًا للحركات، والكيمياء، والعمر، والتوزيع المكاني للنجوم التي ترتبط في الأساس بمكونين أساسيين في المجرة: القرص السميك، والهالة النجمية. ويشير الباحثون إلى أن الهالة الداخلية يهيمن عليها حطام من جُرْم كان أضخم قليلًا عند السقوط من سحابة ماجلان الصغرى، ويطلقون عليه اسم «جايا-إنسيلادوس» Gaia–Enceladus. والنجوم التي تنشأ داخل «جايا-إنسيلادوس» تغطي السماء بأكملها تقريبًا، وتكشف حركاتها عن وجود تيارات ومسارات ممتدة وتراجعية بعض الشيء. واستنادًا إلى نسبة كتلة تُقدَّر بـ(أربعة إلى واحد)، لا بد أن اندماج مجرة درب التبانة مع «جايا-إنسيلادوس» قد أدى إلى التسخين الديناميكي لسلف القرص المجري السميك، وبالتالي أسهم في تشكيل هذا المكون قبل حوالي عشرة مليارات سنة.

وتتسق هذه النتائج مع نتائج عمليات محاكاة تكوُّن المجرة، التي تشير إلى أن الهالة النجمية الداخلية يهيمن عليها حطام عدد قليل فقط من أسلاف ضخمة.

A. Helmi *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0625-x

تطور

أشكال الحياة الأولى على كوكب الأرض

تحتوي أحزمة القشرة الفوقية، التي تعود إلى الحقبة السحيقة المبكرة في جرينلاند، على أقدم صخور الأرض. وتُعَد هدفًا رئيسًا لعمليات البحث عن الأدلة الخاصة بأقدم أشكال الحياة على الأرض، إلا أن التحول في بِنْية الصخر قد طمس - إلى حد كبير - القوامات الأصلية للصخور وتركيباتها؛ فأدّى إلى صعوبة بقاء البصمات الحيوية.

وصفت دراسة حديثة لصخور يبلغ عمرها 3,700 مليون عام في حزام القشرة الفوقية «إزوا» Isua في جرينلاند منطقةً نادرة الوجود، أتاح فيها التشوه المنخفض والنظام التحوّلي المغلق على نفسه حفظ السمات الترسيبية الأولية، بما في ذلك الاستروماتوليتات المخروطية والقببة المفترضة (والاستروماتوليتات هي بِنى تراكمية صفائحية، يكوِّنها الترسيب بمساعدة الميكروبات). وقد نُسب الشكل، والتقسيم الطبقي، والتكوين المعدني، والخصائص الكيميائية، والسياق الجيولوجي الخاص بالبِنَى، إلى تكوُّن الحصائر الميكروبية في بيئة بحرية ضحلة قبل حوالي 3,700 مليون عام، عند بداية سجل الأرض الصخري.

وفي البحث المنشور، يكشف الباحثون عن أصول لهذه البنى غير حيوية، وبعد ترسيبة. ويوضح تحليل ثلاثي الأبعاد لشكل البِنَى واتجاهها في سياق البِنَى الصخرية المضيفة، بالاقتران مع تحليلات كيمياء العناصر الرئيسة والنادرة لكل قوام على حدة، أن "الاستروماتوليتات" تُفسر بشكل أكثر منطقية، كجزء من تجمُّع من البِنَى المشوهة التي تكونت في الرواسب المتحولة متبدلة الكربونات بعد الدفن بكثير.

وتمثل دراسة بِنى حزام القشرة الفوقية «إزوا» عِبرة في معرض البحث عن علامات لأشكال الحياة السابقة على المريخ، حيث تلقِي الضوء على أهمية التحليل المتكامل ثلاثي الأبعاد للشكل الخارجي، والبِنى الصخرية، والكيمياء الجيولوجية على نطاقات ملائمة.

A. Allwood *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0610-4

السلوك البشري

القرارات الأخلاقية للذكاء الاصطناعي

مع التطور السريع للذكاء الاصطناعي، بدأ ظهور مخاوف حول الطريقة التي ستَتَّخِذ بها الآلات قرارات أخلاقية، والتحدي الكبير المتمثل في تحديد كم التوقعات المجتمعية حيال المبادئ الأخلاقية التي يجب أن توجّه سلوك الآلة.

وللتعامل مع هذا التحدي، قام الباحثون - في البحث المنشور - بتصميم الآلة الأخلاقية (Moral Machine)، وهي منصة تجريبية على الإنترنت، تهدف إلى استكشاف المعضلات الأخلاقية التي تواجهها المركبات ذاتية القيادة. جمعت هذه المنصة 40 مليون قرار بعشر لغات من ملايين الأشخاص في 233 دولة وإقليمًا.

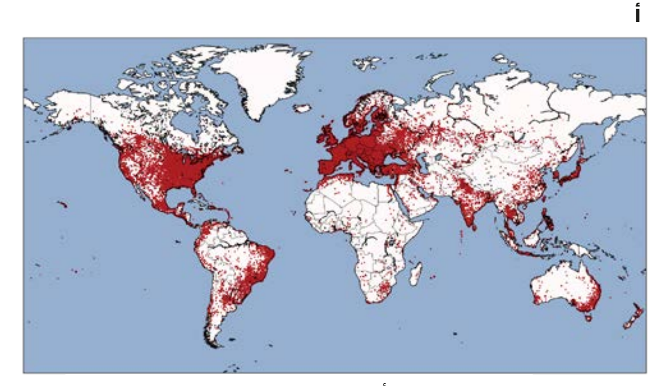
ويَصِفُ الباحثون نتائج هذه التجربة فيما يلي: أولًا، يضع الباحثون موجزًا للتفضيلات الأخلاقية العالمية. وثانيًا، يوثّقون الفروق الفردية في التفضيلات، بناءً على الخصائص الديموغرافية للمشاركين في الدراسة. وثالثًا، يبلّغون عن وجود تباين أخلاقي عبر الثقافات المختلفة، ويكشفون ثلاث مجموعات رئيسة من البلدان. ورابعًا، يُظْهِر الباحثون أن هذه الاختلافات ترتبط بالمؤسسات الحديثة، والسمات الثقافية العميقة. كما يناقشون كيف يمكن لهذه التفضيلات الإسهام في تطوير مبادئ عالمية مقبولة اجتماعيًّا لأخلاقيات الآلة. جميع البيانات المستخدَمة في هذه الورقة البحثية متاحة للجمهور.

E. Awad *et al.*

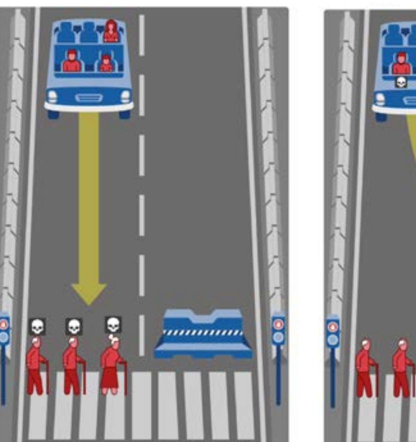
doi: 10.1038/s41586-018-0637-6

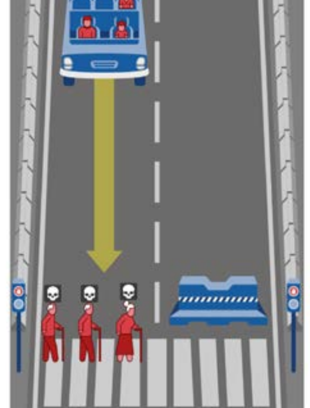
الشكل أسفله | التغطية، وواجهة التطبيق. أ، خريطة للعالم، تبرز فيها مواقع زوار الآلة الأخلاقية. وكل نقطة تمثل موقعًا، أخذ فيه زائر واحد - على الأقل - قرارًا واحدًا على الأقل (n= 39.6 مليون). وأعداد الزوار، أو القرارات المُتخذة من كل موقع ليست ممثَّلة هنا. ب، واجهة الآلة الأخلاقية. مركبة ذاتية القيادة، تتعطّل مكابحها بشكل مفاجئ. سيؤدي بقاؤها في المسار إلى وفاة رجلين مسنّين وامرأة مسنة يعبرون الطريق في أثناء ظهور إشارة "لا تعبر"، (إلى اليسار). وسيؤدي الانحراف عن المسار المستقيم إلى وفاة ثلاثة ركاب: رجل بالغ، وامرأة بالغة، وصبي (إلى اليمين).

أ



ب ما الذي يجب أن تفعله السيارة ذاتية القيادة؟





تنظيم جيني

ترجمة البروتينات في الدماغ

ينظِّم N^6-ميثيل أدينوسين (m^6A) - الذي يمثل التعديل الداخلي الأكثر شيوعًا للحمض النووي الريبي، والذي يحدث في الأحماض النووية الريبية المرسالة لدى الثدييات - مصائر ووظائف النُّسَخ المعدّلة، عن طريق بروتينات الربط المعنية به. ويُذكر أن هناك وفرة من m^6A في الجهاز العصبي، وهو يغيّر العديد من الوظائف العصبية.

وفي حين يَسِم m^6A مجموعات الحمض النووي الريبي المرسال؛

من أجل التدرّج المنسّق في عمليات فسيولوجية متنوعة، فإنّ الدور الذي يلعبه في ترجمة الحمض النووي الريبي المرسال داخل الجسم الحي يظل مجهولًا إلى حد كبير.

وفي البحث المنشور، يُظهِر الباحثون أنه عن طريق بروتين الرابط YTHDF1، يحفّز m^6A ترجمة البروتينات من المنتسخات المستهدفة؛ استجابةً لمثيرات عصبية في حُصين الفأر البالغ، فيسهِّل بالتالي عملية التعلم والذاكرة. وتُظهِر الفئران التي حُذف لديها الجين *Ythdf1* عيوبًا في التعلم والذاكرة، بالإضافة إلى خلل على مستوى الحصين في كل من النقل المشبكي، والتقوية طويلة الأمد. وتؤدي إعادة التعبير عن البروتين YTHDF1 في حُصيْن الفئران البالغة - التي سبق أن عُطل لديها الجين *Ythdf1* - إلى إصلاح العيوب السلوكية والمشبكية، في حين أنه عند حدوث خفْض حاد تحديدًا في الحصين في التعبير عن أيٍ من الجينين *Ythdf1*، أو *Mettl3*، اللذيْن يرمزان للمكون التحفيزي لمركّب m^6A ناقل الميثيل، يؤدي ذلك إلى تكرار ظهور خلل الحصين.

وقد ساعد تحديد مواقع ربط YTHDF1، ومواقع m^6A على مستوى الترانسكربتوم، على الأحماض النووية الريبية المرسالة بالحصين، في التعرف على الجينات العصبية الرئيسة. وأظهر تصنيف البروتينات الناشئة، وتحليل الجينات الرابطة الموصلة للإشارات في الخلايا العصبية في الحصين أن البروتين YTHDF1 يعزز تخليق البروتين بطريقة تعتمِد على المثيرات العصبية.

والخلاصة هي أن البروتين YTHDF1 يسهّل ترجمة الأحماض النووية الريبية المرسالة العصبية المُثيلة بـm^6A، استجابة للإثارة العصبية، وتسهم هذه العملية في التعلّم والذاكرة.

H. Shi *et al.*

doi:10.1038/s41586-018-0666-1

علم الأحياء النمائي

أوجه التواصل المبكرة بين الأم والجنين

في مراحل الحمل المبكّرة في البشر، تتحول مخاطية الرحم إلى الغشاء الساقط، حيث تنغرس المشيمة الجنينية، وتتداخل خلايا الأرومة الغذائية المشيمية، وتتواصل مع خلايا الأم. وتكمن التفاعلات بين الأرومة الغذائية والغشاء الساقط وراء أمراض الحمل الشائعة، بما في ذلك مقدّمات الارتعاج، وحالات ولادة الجنين ميتًا.

في البحث المنشور، يعرض الباحثون ترانسكربتومات حوالي 70 ألف خلية مفردة من مشيمات في الثلاثة أشهر الأولى من الحمل مع ما يطابقها من خلايا دموية وخلايا ساقطة مستمَدة من الأم. ويكشف التركيب الخلوي للغشاء الساقط في البشر مجموعات فرعية من الخلايا المحيطة بالأوعية الدموية، والخلايا السدوية في طبقات ساقطة متميزة. وثمة ثلاث مجموعات فرعية أساسية من الخلايا الساقطة الطبيعية القاتلة، تتمتع بصفات معدلة للمناعة وكيموكينية متميزة.

ويعمل الباحثون على تطوير مستودع مركّبات من ربيط ومستقبِل، بالإضافة إلى أداة إحصائية لتوقّع الانتقائية لنوع الخلية في التواصل بين الخلايا وبعضها عبر هذه التفاعلات الجزيئية. وتحدد البيانات الخاصة بالباحثين العديد من التفاعلات التنظيمية التي تمنع الاستجابات المناعية الضارة، الطبيعية أو التكيفية، في هذه البيئة.

ويكشف أطلس الخلية المفردة لأوجه التواصل بين الأم والجنين عن التنظيم الخلوي للغشاء الساقط والمشيمة، وعن التفاعلات الأساسية لتشكُّل المشيمة، ونجاح عملية التكاثر.

R. Vento-Tormo *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0698-6

فيزياء فلكية

اندماجات خفية تؤدي إلى مجرّات نشطة

يُعتقد أن عمليات الاندماج المجرّية الكبرى تلعب دورًا مهمًّا في تغذية نمو الثقوب السوداء فائقة الكتلة، إلا أن هناك تفاوتًا فيما تقدمه الأرصاد من دعم لهذه الفرضية، حيث توضح دراسات وجود ارتباط بين المجرات المندمجة، والنجوم الزائفة المضيئة (quasars)، في حين توضح أخرى غيابًا تامًّا لأي علاقة من هذا النوع.

وقد أثبتت الأرصاد مؤخرًا أنه من المرجح أن يصبح الثقب الأسود محجوبًا بشدة خلف الغاز والغبار الناتجَين عن الاندماج، حتى في المراحل الأولى من الاندماج، عندما تكون المجرات متباعدة تمامًا عن بعضها البعض (5 إلى 40 ألف فرسخ فلكي). كما تشير عمليات محاكاة الاندماج إلى أن هذا الحجب وتراكم الثقوب السوداء يصلان إلى ذروتيهما في المرحلة الأخيرة من عملية الاندماج، عندما تكون النواتان المجرّيتان منفصلتين، ولكن قريبتين من بعضهما البعض (على مسافة أقل من 3 آلاف فرسخ فلكي).

وتتطلب استبانة هذه المرحلة النهائية مزيجًا من عمليات التصوير بالأشعة تحت الحمراء باستبانة فراغية عالية، وعمليات رصد بالأشعة السينية النافذة شديدة الحساسية؛ للكشف عن المصادر المحجوبة بشدة.

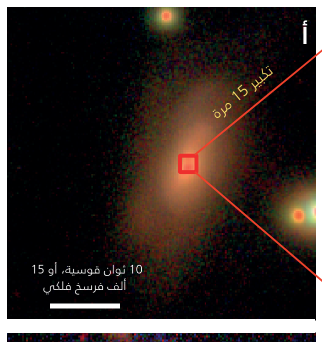
غير أنه رُصد مؤخرًا أعداد كبيرة من الثقوب السوداء المتراكمة المضيئة المحجوبة فائقة الكتلة على مسافة قريبة (أقل من 250 مليون فرسخ فلكي) في عمليات الرصد بالأشعة السينية.

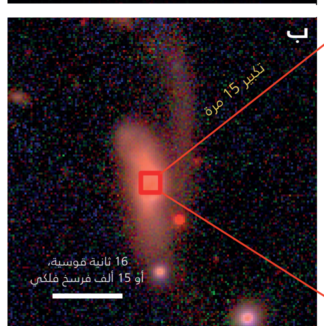
وفي البحث المنشور، يقدم الباحثون أرصادًا عالية الاستبانة بالتصوير بالأشعة تحت الحمراء لثقوب سوداء مختارة، عن طريق الأشعة السينية النافذة، ويعلنون عن اكتشاف عمليات اندماج نووي محجوبة، وهي المجموعات المولدة في الأصل لاندماجات الثقوب السوداء فائقة الكتلة. ووجد الباحثون زيادة ملحوظة ($P< 0.001$) في عمليات الاندماج النووية في المرحلة الأخيرة (17.6 في المئة) في الثقوب السوداء المضيئة المحجوبة (بسطوع في القدر الإشعاعي أعلى من 2×10^{44} إرج في الثانية)، مقارنةً بعيِّنة من المجرات غير النشطة، التي لها كتل نجمية، ومعدلات تكوُّن نجمي (1.1 في المئة) مطابقة، وهو ما يتفق مع التنبؤات النظرية.

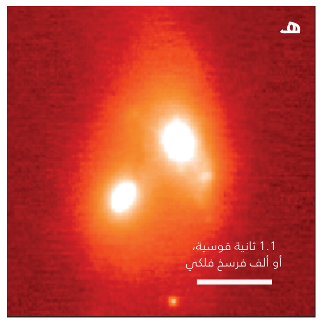
وباستخدام عمليات محاكاة هيدروديناميكية، يؤكد الباحثون أن الوفرة في عمليات الاندماج النووي هي بالفعل أعلى ما تكون في المجرات الغنية بالغاز، ذات عمليات الاندماج الكبرى، المستضيفة للثقوب السوداء المضيئة المحجوبة في هذه المرحلة الأخيرة.

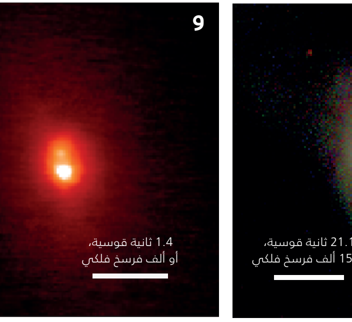
M. Koss *et al.*

doi:10.1038/s41586-018-0652-7











الشكل أعلاه | أمثلة لصور من عمليات اندماج المرحلة الأخيرة. أ-جـ، صور ضوئية ثلاثية الألوان في النطاق gri من مسح سلوون الرقمي للسماء، أو مسح مرصد قمة كِت، باستبانة زاوية تبلغ ثانية قوسية واحدة. المجرات الموضحة في الصور هي 2MASX J01392400+2924067 (أ)، وCGCG 341-006 (ب)، وMCG+02-21-013 (جـ). يبلغ حجم الصور (60 ألف فرسخ فلكي x 60 ألف فرسخ فلكي). المربعات الحمراء تحدد حجم الصورة الضوئية المهيئة المقربة على اليمين. د-و، الصور الضوئية

المهيئة المناظرة بالأشعة تحت الحمراء القريبة في نطاق K_p (بطول موجي فعال، 2.12 ميكرومتر) لعمليات الاندماج النووي، التُقطت بأداة NIRC2 الخاصة بمرصد «كيك» Keck. يبلغ حجم هذه الصور (4 فراسخ فلكية 4x فراسخ فلكية).

هندسة الطيران

تحليق طائرة تعمل بتقنية الحالة الصلبة

منـذ رحلة الطيران الأولى قبل أكثر مـن مائة عـام، والطائرات تُدفع بفعل سـطوح متحركـة، مثل المراوح، والتوربينـات. وقـد كان معظمها يعمـل بالطاقـة الناجمـة عن احتراق الوقـود الأحفوري. وقد طُرحت الديناميكا الهوائيـة الكهربائيـة، التي تقـوم فيها القـوى الكهربائية بتسـريع الأيونـات في المائع، كأسـلوب بديل لدفـع الطائـرات، من دون الحاجة إلى أجزاء متحركة، وبشـكل شبه صامت، ومـن دون انبعاثات كتلك الناجمـة عـن احتراق الوقود، إلا أنـه لـم تكن أي طائرة مـن تلك التي تَستخدِم تقنيـة الحالـة الصلبة قد طـارت بالفعل من قبل.

في البحث المنشـور، يُظهِر الباحثـون أنه من الممكن لنظام دفع بتقنيـة الحالة الصلبة أن يمدّ الطائرة بالطاقـة، عن طريق تصميم وتجربة طائـرة أثقل من الهواء، مدفوعة بالديناميكا الهوائيّة الكهربائيّة. فقد قـام الباحثون بإطلاق طائرة ثابتة الجناح، والمسافة التي بين جناحيها قدرها خمسـة أمتار، وكرروا ذلك عشر مرات، وأوضحوا أنها حلّقت بمسـتوى طيـران ثابت. وُضعت جميع البطاريات وأنظمـة التزويد بالطاقة على متن الطائـرة، بما في ذلك محول طاقة عالي الجهـد (40 كيلوفولتًا)، فائق الخفة، ومصمـم خصيصًا لهذا الغرض.

ويوضح الباحثون أن الحدود المقبولة في الأوضاع التقليدية لنسبة قوة الدفع إلى الطاقة، ولكثافة الدفع، يمكن تَخطّيها الآن، وهما اللتان كانتا يُعتقد سابقًا أنهما تجعلان الديناميكا الهوائية الكهربائية غير عملية كأسلوب لدفع الطائرات. ويثبت الباحثون جدوى دفع الطائرات بالديناميكا الهوائية الكهربائية، فاتِحِين الآفاق لإمكانية ظهور طائرات وأجهزة ديناميكا هوائية أهدأ وأبسط من الناحية الميكانيكية، ولا تؤدي إلى انبعاثات كتلك الناجمة عن احتراق الوقود.

H. Xu *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0707-9

علم الحفريات

منشأ تطور لون بيض الديناصورات

إنّ الطيور هي الكائنات السِّلْوية الوحيدة الآن التي لها بيض ملون، ولطالما تم اعتبار البيض الملون إبداعًا تختص به الطيور، دون غيرها.

أظهرت دراسة حديثة وجود كل من صبغة بروتوبورفيرين IX الحمراء البنّية، وصبغة بيليفيردين الزرقاء الخضراء – وهما الصبغتان المسؤولتان عن جميع التنوعات في ألوان بيض الطيور – في قشر البيض المُستَحفِر، الذي يعود إلى أحد الديناصورات غير الطائرة. وهذا الأمر يطرح سؤالًا أساسيًّا حول ما إذا كانت الطيور الحديثة قد ورثت لون بيضها من أسلافها الديناصورات غير الطائرة، أم ما إذا كان لون البيض قد تطور عدة مرات بشكل مستقل.

في البحث المنشور، يقدم الباحثون تقييمًا للتاريخ التطوّري للون البيض في الديناصورات غير الطائرة. وطبَّق الباحثون مطيافية رامان المجهرية عالية الدقة على قشور بيض تمثِّل كافة الفروع الحيوية الرئيسة للديناصورات، ووجدوا أن صبغات لون البيض كانت محفوظة في جميع أنواع الفئة Eumaniraptora؛ أي أن لون البيض كان له أصل تطوري واحد في الديناصورات غير الطائرة من الفئة Theropoda. ويُعتبر غياب اللون في بيض أنواع الفئتين Ornithischia، وSauropoda إشارة حقيقية، وليس نتاجًا لتاريخ العوامل الحفرية. وكشفت خرائط الأنماط السطحية للصبغات أن بيض الأنواع غير الطائرة من الفئة Eumaniraptora كان مبقعًا ومرقطًا، وأن تنوع نمط اللون في هذا البيض يقارب تنوع النمط الملاحَظ في الطيور الموجودة حاليًّا، وهو ما يشير إلى أن السلوكيات التكاثرية في الديناصورات غير الطائرة كانت أكثر تعقيدًا بكثير مما كان يُعرَف سابقًا.

وأوضحت قطاعات العمق آليات متطابقة لترسب الصبغات في بيض الديناصورات غير الطائرة، والديناصورات الطائرة. ولم تكن الطيور أول السِّلْويات التي تنتج البيض الملون؛ فكما هو الحال مع العديد من الخصائص الأخرى، تطورت هذه السمة في عمق شجرة سلالة الديناصورات، وقبل وقت طويل من نشوء التنوع المدهش في أشكال الطيور الحديثة.

J. Wiemann *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0646-5

معلومات كمية

توليد حالات «فوك» متعددة الفونونات

يمكن للحالات الكمية للحركة الميكانيكية أن تكون مصادر مهمة للمعلومات الكَمِّية، وعلم القياس، ودراسات الفيزياء الأساسية. وقد أتاحت التجارب الأخيرة للكيوبتات فائقة التوصيل المقترنة برنانات صوتية إمكانية إجراء عمليات كمية في أنماط حركيّة ذات مقياس عياني، يمكنها أن تعمل كذاكرات أو محولات كمية طويلة الأمد، ويُحتمل – إضافةً إلى ذلك – أن تُستخدَم في اختبار آليات إزالة الترابط في الأجسام ذات المقياس العياني، وتعديلات أخرى على نظرية الكم القياسية.

يستدعي العديد من هذه التطبيقات وجود قدرة على توليد وتوصيف حالات كمية معقدة، مثل الحالات التي تتسم بعدد محدد بدقة من الفونونات، وهي الحالات التي تُعرف أيضًا باسم حالات «فوك» Fock الفونونية. تتطلب تلك القدرات عمليات كمية سريعة وأزمنة طويلة من ترابط النمط الميكانيكي.

في البحث المنشور، يدلل الباحثون على التوليد المُنضبط لحالات فوك متعددة الفونونات في رنان موجات صوتية حجمية ذي مقياس عياني. كما يجري الباحثون تصوير فيجنر الشعاعي الطبقي، ويعيدون بناء الحالة؛ لإلقاء الضوء على الطبيعة الكمية للحالات التي يتم تشكيلها. ترجع إمكانية التوصل إلى هذه البراهين إلى وجود أزمنة طويلة من الترابط في الرنان الصوتي الذي استخدمه الباحثون، وإلى قدرة الباحثين على إحداث اقتران انتقائي لكيوبت فائق التوصيل مع أنماط فونونية منفردة. يوضح عمل الباحثين أن الديناميات الصوتية الكَمِّية للدوائر تتيح تحكم كمي متقدم في الأجسام الميكانيكية ذات المقياس العياني، وتوفر إمكانية استخدام الأنماط الصوتية كمصادر كمية.

Y. Chu *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0717-7

أبحاث الذاكرة

تكوين الذاكرة طويلة الأمد أثناء النوم

ثمة فصل طويل الأمد في أبحاث الذاكرة بين الذاكرة المعتمِدة على الحُصَيْن، والذاكرة غير المعتمِدة على الحُصَين، حيث إن الذاكرة غير المعتمِدة على الحُصَين فقط هي ما يُمْكِن اكتسابها واسترجاعها في غياب الوظيفة الطبيعية للحُصَيْن. وجدير بالذكر أن النوم يدعم بقوةٍ تعزيز الذاكرة المعتمِدة على الحُصَيْن بشكل خاص.

في البحث المنشور، يوضح الباحثون أن تكوُّن التمثيلات طويلة الأمد في نموذج جرذ للذاكرة غير المعتمِدة على الحُصَيْن يعتمد، ليس على النوم فحسب، وإنما أيضًا على تنشيط آليّة معتمِدة على الحُصَيْن أثناء النوم. شفرت الجرذان الذاكرة غير المعتمِدة على الحُصَيْن (التعرف على الأشياء الجديدة)، والذاكرة المعتمِدة على الحُصَيْن (التعرف على أماكن الأشياء) قبل مدة نوم أو يقظة قدرها ساعتان.

تم اختبار الذاكرة بعد ذلك فورًا، أو بعده بفترة بعيدة (بعد أسبوع، أو ثلاثة أسابيع). في الوقت الذي كانت فيه ذاكرة التعرف على أماكن الأشياء أقوى لدى الجرذان التي نامت بعد التشفير (بدلًا من أن تبقى متيقظة)، سواءً في الاختبار الفوري، أم الاختبار اللاحق بعد فترة، لم تستفد ذاكرة التعرف على الأشياء الجديدة من النوم، إلا بعد التشفير بثلاثة أسابيع، وهي اللحظة التي تم عندها الاحتفاظ بهذه الذاكرة لدى الجرذان التي نامت بعد التشفير، وليس لدى الجرذان التي ظلت متيقظة.

ومِن المُلاحَظ أن وقف نشاط الحُصَيْن أثناء النوم اللاحق للتشفير، وذلك من خلال حقن الموسكيمول Muscimol إلى داخل الحُصين، قد أبطل التحسُّن الناتج عن النوم في الذاكرة البعيدة، الخاصة بالتعرف على الأشياء الجديدة. وفي المقابل، لم يؤثر حقْن الموسكيمول قبل الاسترجاع البعيد أو قبل تشفير الذاكرة على الأداء في الاختبار، وهو ما أكّد أن تشفير واسترجاع ذاكرة التعرف على الأشياء الجديدة مستقلان عن الحُصَين.

ارتبطت الذاكرة البعيدة الخاصة بالتعرف على الأشياء الجديدة بالنشاط المغزليّ أثناء نوم الموجة البطيئة اللاحق للتشفير، وهو ما يتسق مع الرأي القائل إنّ تكرار ذاكرة الخلايا العصبيّة أثناء نوم الموجة البطيئة يسهم في تكوُّن الذاكرة طويلة الأمد. وتشير النتائج التي توصل إليها الباحثون إلى أن الحُصَيْن يلعب دورًا مهمًّا في التعزيز طويل الأمد للذاكرة أثناء النوم، حتى بالنسبة إلى الذاكرات التي كانت تُعتبر فيما سبق مستقلة عن الحُصَيْن.

A. Sawangjit *et al.*

doi: 10.1038/s41586-018-0716-8

علم الإنسان

حياة النياندرتال لم تكن شديدة العنف

وُصف إنسان النياندرتال عادة بأنه كان يعيش حياة تحفُّها المخاطر، ويكافح دومًا من أجل البقاء. وتعتمد هذه الرؤية - إلى حد كبير - على النسبة المرتفعة لإصابات الجمجمة الناتجة عن صدمات التي سُجّلت، والتي نُسبت بأشكالها المختلفة إلى السلوك الاجتماعي العنيف، أو أنماط الحياة سريعة التغيّر للصيادين وجامعي الثمار، أو هجمات آكلات اللحوم. كما يعتقد أيضًا أن النمط الموصوف للإصابات في إنسان النياندرتال والذي تطغى عليه إصابات الجمجمة، يعكس مواجهات عنيفة مع الثدييات المفترسة الكبيرة، ناتجة عن استخدام أسلحة صيد قريبة المدى. وتشكِّل هذه التفسيرات - بشكل مباشر - فهْمنا لأنماط حياة إنسان النياندرتال، وصحته، وقدراته على الصيد. ومع ذلك، فهي تستند بشكل أساسي إلى أدلة وصفية قائمة على دراسة الحالة. وجدير بالذكر أن الدراسات الكميّة على مستوى المجموعات السكانية للإصابات الناتجة عن صدمات نادرة الوجود.

في البحث المنشور، يعيد الباحثون تقييم فرضية ارتفاع انتشار إصابات الجمجمة الناتجة عن صدمات لدى إنسان النياندرتال، مستخدمِين نهجًا للدراسة على مستوى المجموعات السكانية - وهو ما يفسر الانحياز في حِفظ الحفريات، والبيانات السياقية الأخرى - وقاعدة بيانات حفرية شاملة. ويشير الباحثون إلى أن إنسان النياندرتال، وإنسان العصر الحجري القديم الأولي الأعلى ذا البنية التشريحية الحديثة (مثل الـ*Homo sapiens*)، يمتلكان نسبة متساوية من إصابات الجمجمة الناتجة عن صدمات، وهي أعلى لدى الذكور في كلتا المجموعتين، بما يتسق مع الأنماط التي تبديها مجموعات البشر ذوي البنية التشريحية الحديثة اللاحقين. وبخلاف هذه التشابهات، لاحظ الباحثون تباينًا في انتشار الإصابات الناتجة عن صدمات، حسب النوع والعمر، ما يشير إلى وجود اختلافات في زمن حدوث الإصابات أثناء الحياة، أو إلى وجود خطورة متباينة للوفاة بين الناجين من تلك الإصابات في المجموعتين.

وأخيرًا، تسلط النتائج التي توصل إليها الباحثون الضوء على أهمية الانحياز في حفظ الحفريات في دراسات انتشار الإصابات الناتجة عن صدمات.

J. Beier *et al*.

doi: 10.1038/s41586-018-0696-8

علم المناخ

توسع الحضر فاقَم من آثار الطقس المتطرف

أسقط إعصار هارفي - وهو إعصار من الفئة الرابعة، وصل إلى اليابسة - ما فاق مترًا من الأمطار عبر أرجاء منطقة مدينة هيوستن المكتظة بالسكان؛ ما أدى إلى وقوع فيضانات وأضرار غير مسبوقة. وعلى الرغم من أن الدراسات ركزت على إسهام التغير المناخي الناجم عن النشاط البشري في وقوع هذا الحدث بالغ الشدة من حيث هطول الأمطار، فإن التأثيرات المحتملة للتوسع الحضري على الأرصاد الجوية المائية المصاحِبة لإعصار هارفي لم تحظ سوى باهتمام محدود.

في البحث المنشور، توصل الباحثون إلى أن التوسع الحضري لم يؤد إلى ضَعف الاستجابة لمواجهة الفيضانات فحسب، بل زاد أيضًا من المجموع الكلي للأمطار الناجمة عن العواصف. وباستخدام نموذج بحوث وتنبؤات الطقس (Weather Research and Forecast model)، ونماذج إحصائية، استطاع الباحثون تحديد مدى إسهام التوسع الحضري في سقوط الأمطار والفيضانات.

إجمالًا، توصّل الباحثون إلى أن احتمال وقوع مثل تلك الأحداث بالغة الشدة - المتمثلة في فيضانات في أنحاء الأحواض قيد الدراسة - قد ازداد في المتوسط بمقدار حوالي 21 مرة في الفترة من 25 إلى 30 أغسطس عام 2017، نتيجة للتوسع الحضري.

إنّ تأثير التوسع الحضري على الهطول بالغ الشدة والفيضانات، نتيجة العواصف العاتية، ليس محسومًا بشكل ملائم في الجيل الحالي من نماذج المناخ العالمي. والدراسة التي أجراها الباحثون تلقي الضوء على أهمية هذا التأثير عند تقييم الخطورة المستقبلية لتلك الأحداث بالغة الشدة في المناطق الساحلية التي تتسم بمعدلات توسُّع حضري مرتفعة.

W. Zhang *et al*.

doi:10.1038/s41586-018-0676-z

الشكل أسفله | مجموع أمطار العواصف الناجمة عن إعصار هارفي. الهطول المتراكم للفترة ما بين 25، و30 أغسطس 2017 في الأرصاد (أ)، وفي مجموعة "Urban BEM" التجريبية (ب)، وفي مجموعة "NoUrban" التجريبية (استعمالات الأراضي الحضرية، التي حلّت محلها أراضٍ مزروعة) (جـ) ضمن تجارب نموذج بحوث وتنبؤات الطقس. تمثل نتائج النموذج متوسط الأعضاء السبعة.

التغيرات المناخية

تغيرات المناخ بسبب ذوبان جليد أنتاركتيكا

من المتوقع أن يتسبب ذوبان الصفيحة الجليدية للقارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) في ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار يصل إلى متر واحد بحلول عام 2100، وفقًا لمسار أعلى تركيز للغازات الدفيئة RCP8.5، الذي أقرّته الهيئة الحكومية الدولية المعنيّة بالتغير المناخي (IPCC)، إلا أن تأثيرات ذوبان الصفائح والجروف الجليدية للقارة القطبية الجنوبية غير مدرَجة في نماذج المناخ CMIP5 شائعة الاستخدام، ما قد يؤثر على توقعات المناخ لهيئة IPCC.

في البحث المنشور، يقيِّم الباحثون مجموعة كبيرة من عمليات المحاكاة لأحد نماذج CMIP5، وهو "GFDL ESM2M"، الذي يفسر توقعات مسار RCP8.5 لذوبان الصفيحة الجليدية للقطب الجنوبي. وجد الباحثون أنه فيما يتعلق بسيناريو RCP8.5 القياسي، يؤدي أَخْذ الذوبان في الاعتبار إلى تأجيل تجاوز الأهداف القصوى للمتوسط العالمي للاحترار الجوي، البالغة 1.5 درجة مئوية، ودرجتين مئويتين لأكثر من عقد من الزمن، وتعزيز جفاف نصف الأرض الجنوبي، وتقليل جفاف نصف الأرض الشمالي، وزيادة تكوُّن الجليد البحري للقارة القطبية الجنوبية (الذي يتسق مع الأرصاد الأخيرة لزيادة مساحة البحر الجليدي القطبي الجنوبي)، واحترار المحيط تحت السطح حول ساحل القارة القطبية الجنوبية. وإضافة إلى ذلك، قد يؤدي احترار المحيط تحت السطح الناجم عن الذوبان إلى المزيد من ذوبان الصفائح والجروف الجليدية عبر آلية ردود الأفعال الموجبة، مما يبرز أهمية إدراج تأثيرات ماء الذوبان في عمليات المحاكاة للمناخ المستقبلي.

B. Bronselaer *et al*.

doi: 10.1038/s41586-018-0712-z

أ الأرصاد
ب مجموعة "Urban BEM"
جـ مجموعة "NoUrban"
31° N
30° N
29° N
96° W
95° W
94° W
0 200 400 600 800 1,000 1,200
الهطول المتراكم (ملّيمتر)

صندوق الأدوات

تسريع وتيرة العلم عن طريق وحدات معالجة الرسوم

لا تجتذب وحدات معالجة الرسوم اهتمام اللاعبين والمُنقِّبين عن العملات المشفرة فحسب، بل يتزايد الاقبال على استخدام المعالجة المتوازية أيضًا من أجل تسريع وتيرة البحث العلمي.

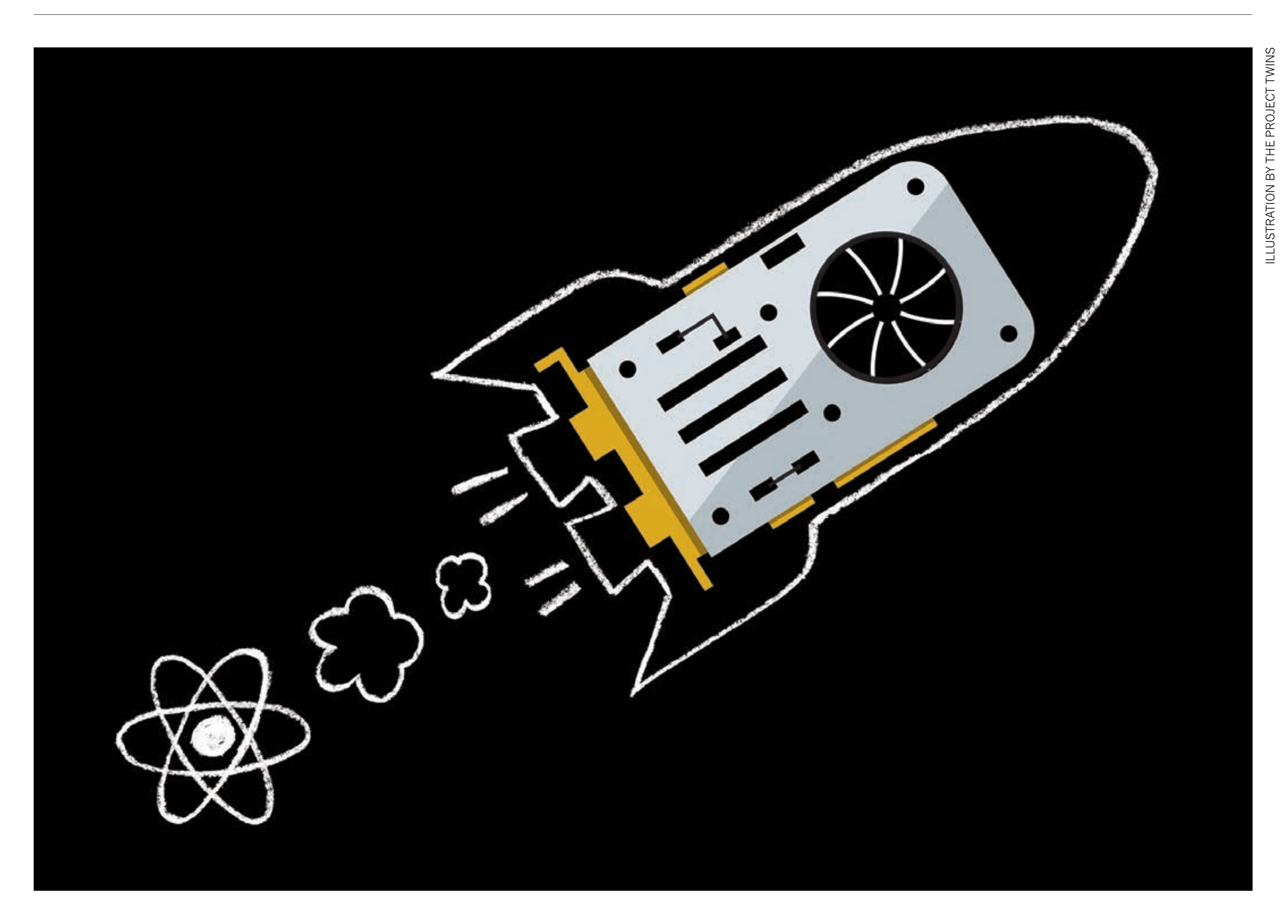


ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

ديفيد ماثيوس

أمضت إيفان شنايدر، عالمة الفيزياء الفلكية في جامعة برنستون بولاية نيوجيرسي، فترة دراستها للحصول على درجة الدكتوراة في تسخير شريحة، من شأنها أن تُحْدِث ثورة في معالجة البيانات العلمية، لاسيما في وحدة معالجة الرسوم (GPU).

فلقد دخلت وحدات معالجة الرسوم في تحدٍّ مع وحدة المعالجة المركزية (CPU)، التي هي بمنزلة العمود الفقري التقليدي للحوسبة، وذلك على مدى العقد الماضي، أو نحو ذلك؛ من أجل الهيمنة على العمليات الحسابية الكثيفة. ونتيجة لذلك، فإن الشرائح التي صُممت في الأساس بغرض تحسين ألعاب الفيديو تُستخدم الآن لتشغيل كل شيء، بدءًا من الواقع الافتراضي، إلى السيارات ذاتية القيادة، والعملات المشفرة.

ومن بين أقوى 100 عنقود حوسبة فائقة في العالَم، يشتمل 20 منها حاليًّا على وحدات معالجة الرسوم من «نفيديا» NVIDIA، إحدى الشركات الرائدة في صناعة الشرائح. وهذا يشمل أسرع حاسوب في العالم، وهو عنقود "ساميت" Summit في مختبر أوك ريدج الوطني، التابع لوزارة الطاقة الأمريكية في ولاية تينيسي، الذي يقتني أكثر من 27 ألف وحدة من وحدات معالجة الرسوم.

تقول شنايدر إن تشغيل النماذج الفيزيائية الفلكية على وحدات معالجة الرسوم "جعلني أكتشف جانبًا جديدًا من عملي، لم يكن ليتأتى لي الوصول إليه، لو أنني لم أفعل ذلك". ومن خلال إعادة صياغة شفرتها؛ لتشغيلها على أجهزة حاسوب فائقة، تعتمد على وحدات معالجة الرسوم، بدلاً من تلك التي تركِّز على وحدات المعالجة المركزية، استطاعت أن تحاكي مناطق في المجرة بوضوح يصل إلى عشرة أمثال المعتاد. وتوضح قائلة إنه قد ترتب على هذه الزيادة في درجة الوضوح، عمل النموذج بأكمله على نحو مختلف الآن؛ ما يقدم تصورات جديدة حول سلوك الغازات عند مشارف المجرّات، على سبيل المثال.

وببساطة، يمكن لوحدات معالجة الرسوم أن تؤدي حسابات أكثر بكثير في الوقت ذاته، مقارنة بوحدات المعالجة ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المركزية، على الرغم من أن هذه المهام يجب أن تكون أساسية وبسيطة نسبيًّا، كتحديد اللون الذي يجب أن يعرضه كل "بِكْسِل" أثناء لعبة فيديو. وبالمقارنة، يمكن لوحدات المعالجة المركزية أن توفر المزيد من القدرة الحوسبية، بما يتناسب مع كل مهمة، ولكن عليها معالجة كلٍّ منها على حدة. ومن ثم، فإن وحدات معالجة الرسوم لديها القدرة على التسريع الهائل لوتيرة النماذج العلمية، التي يمكن تقسيمها إلى الكثير من المهام المتطابِقة، وهي طريقة تُعرف باسم "المعالجة المتوازية".

لا توجد قواعد صارمة بشأن أنواع الحسابات التي يمكن أن تزيد من سرعتها وحدات معالجة الرسوم، ولكن يتفق أنصارها على أن تلك الوحدات تعمل على نحو أفضل عند تطبيقها على المشكلات التي تتضمن الكثير من الأشياء – كالذرات مثلًا - والتي يمكن نمذجتها في الوقت ذاته. وقد انتشر استخدام هذه التقنية، لا سيما في مجالات، مثل الديناميكا الجزيئية، والفيزياء الفلكية، وتعلُّم الآلة.

وعلى سبيل المثال، تصمِّم شنايدر نماذج للمجرّات، عن طريق تجزئتها إلى ملايين من المناطق المتمايزة، ثم تقسيم العمل الخاص بمحاكاة كل منها بين الأنوية المتعددة لوحدات معالجة الرسوم، وهي الوحدات التي تنفِّذ فعليًّا العمليات الحسابية. وفي حين أن وحدات المعالجة المركزية عادةً ما تمتلك عشرات الأنوية على أقصى تقدير – وقد ازداد العدد، حيث إن هذه الوحدات ذاتها أصبحت أكثر تناظرًا - يمكن أن تحتوي وحدات معالجة الرسوم على آلاف الأنوية. وتوضح شنايدر الفرق قائلة إنه في حين أن نواة كل وحدة معالَجة مركزية يمكن أن تعمل على نحو مستقل في مهمة مختلفة، فإن أنوية وحدة معالجة الرسوم تشبه القوى العاملة، التي عليها أداء عمليات متماثلة. والنتيجة يمكن أن تكوّن تسارعًا هائلًا في الحوسبة العلمية، مما يجعل المشكلات المستعصية في السابق قابلة للحل. ولكن لتحقيق هذه المزايا، سيحتاج الباحثون، على الأرجح، إلى الاستثمار في بعض الأجهزة، أو الحوسبة السحابية، فضلًا عن إعادة هندسة برمجياتهم.

جزء في كل مرة

مبدئيًّا، تحقيق التوازي في العمل من أجل وحدات معالجة الرسوم، معناه تقسيم هذا العمل إلى أجزاء صغيرة، وإرسال هذه الأجزاء إلى أنوية فردية، حيث يتم تشغيلها في الوقت ذاته. وثمة العديد من الطرق التي يمكن للعلماء البدء بها لتعلم التشغيل المتوازي. تقول شنايدر إن أحد الخيارات يتمثل في حضورهم ورشة عمل معالجة متوازية، حيث "سيقضون يومًا أو يومين مع الأشخاص الذين يعرفون كيفية البرمجة باستخدام وحدات معالجة الرسوم، وتطبيق أبسط الحلول".

وعلى سبيل المثال، "أوبن إيه سي سي" OpenACC هو نموذج برمجة، يسمح للعلماء بأخذ كود مكتوب؛ من أجل وحدات معالجة مركزية، وتشغيل بعض العمليات بالتوازي. وهذا يتيح للباحثين أن يعتادوا التعرف ما إذا كان الكود سيعمل بسرعة أكبر بكثير على وحدات معالجة الرسوم أم لا، وفقًا لقول شنايدر. يعقد مجتمع "أوبن إيه سي سي" ورشات عمل دورية، وفعاليات برمجة جماعية، يُطلق عليها "هاكاثون" hackathons؛ لتمكين العلماء من البدء في نقل كودهم إلى وحدات معالجة الرسوم. تقول شنايدر إنه عند تفكيرك في التجريب باستخدام وحدات معالجة الرسوم، فإن "أول سؤال يجب أن تطرحه على نفسك هو: هل ثمة جزء من العملية يمكن أن يُؤدى فيه كل شيء بالتوازي؟".

تتمثل الخطوة التالية في إعادة صياغة التعليمات البرمجية خصيصًا من أجل الاستفادة من وحدة معالجة الرسوم. وبهدف تسريع الكود، تعلَّم فيليب جيرمان، عالِم أحياء الأنظمة في مختبر الأحياء الجزيئية الأوروبي في برشلونة بإسبانيا، بِنْية معالجة متوازية، صممَتْها "نفيديا"، يُطلق عليها "كودا" CUDA، وتتضمن لغة مشابهة للغة ++C المصمَّمة خصيصًا لوحدات معالجة الرسوم. ويقر جيرمان قائلًا: "بالتأكيد لستُ مبرمجًا مُحنكًا"، لكنه يقول إن الأداة لم تستغرق سوى أسبوعين تقريبًا لتعلُّمها.

ثبت أن برنامج النمذجة الخلوية، الذي صممه جيرمان وزملاؤه، أسرع عند تشغيله باستخدام وحدات معالجة الرسوم بمعدل يتراوح من اثنتين إلى ثلاث قِيَم أُسِّية، مقارنة بالبرامج التي تعتمد على وحدات المعالجة المركزية. يقول جيرمان: "يمكننا بالفعل محاكاة كل خلية، مثل محاكاة متى ستنقسم، وكيف ستتحرك، وكيف سُتصْدِر إشارة لغيرها من الخلايا. لم يكن هذا الأمر ممكنًا من قبل".

تعمل كودا حصريًّا على شرائح "نفيديا"؛ أما بديلها - وهو أداة "أوبن سي إل" OpenCL مفتوحة المصدر - يعمل على أي وحدات معالجة رسوم، بما فيها تلك التي تصممها شركة تصنيع الشرائح المنافِسة "إيه إم دي" AMD. ويُفضِّل ماثيو ليسكا، عالِم الفيزياء الفلكية في جامعة أمستردام، "كودا"؛ لسهولة استخدامه. وكَتَب ليسكا كودًا، جرى تسريعه بواسطة وحدات معالجة الرسوم، وهو يحاكي الثقوب السوداء، كجزء من مشروع بحثي (M. Liska *et al*. *Mon. Not. R. Astron. Soc. Lett*. **474**, L81–L85; 2018).

> "عادة ما كان الباحثون يجدون تسارعًا من مُعامِل يتراوح من اثنين إلى قيمة أُسِّية واحدة".

ويوضح قائلًا إنّ وحدات معالجة الرسوم عملت على تسريع هذا الكود بمقدار قيمة أسية واحدة تقريبًا على الأقل. كما قال علماء آخرون تحدثوا إلى دورية *Nature*، إن كودا أسهل في الاستخدام، بسبب وفرة مكتبات الترميز، والدعم.

قد تحتاج إلى تكريس شهر أو شهرين؛ للتركيز على التحويل، كما ينصح بذلك ألكسندر تشيكوفسكوي، عالِم الفيزياء الفلكية في جامعة نورث وسترن في إيفانستون، بولاية إلينوي، الذي شارك أيضًا في مشروع ليسكا. ويمكن أن يعمل الكود البسيط نسبيًّا بقليل من التعديل على وحدات معالجة الرسوم، على حد قول ماركو نوبيليه، وهو اختصاصي في مجال الحوسبة عالية الأداء بجامعة ميلانو بيكوكا في إيطاليا، شارك في تأليف نظرة عامة عن وحدات معالجة الرسوم في نُظُم المعلومات الحيوية، وعلم الأحياء الحاسوبي، وعلم أحياء الأنظمة (.M. S Nobile *et al*. *Brief. Bioinform*. **18**, 870–885; 2017). لكنه يُنبِّه قائلًا إنه من أجل رفع الأداء إلى الدرجة القصوى، يحتاج المستخدمون إلى إعادة كتابة خوارزميّاتهم، وتحسين هياكل البيانات، وإزالة التشعبات الشرطية، وهي الأماكن التي يمكن أن يتبع الكود فيها العديد من المسارات الممكنة، ما من شأنه أن يعقد التوازي. ويوضح مونبيليه قائلًا: "في بعض الأحيان، تناضل شهورًا للوصول إلى الأداء المطلوب".

وفي أحيانٍ أخرى، فإن الأمر – ببساطة - لا يستحق العناء. تقول داجمار إيبر، عالمة الأحياء الحاسوبية بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ، إن مجموعتها بحثت مسألة استخدام وحدات معالجة الرسوم في معالجة بيانات تم الحصول عليها باستخدام مجهر الصفحة الضوئية. وفي النهاية، تمكّن الباحثون من الحصول على نتائج مقبولة، باستخدام وحدات المعالجة المركزية، وقرروا عدم استكشاف مسألة التسارع عن طريق وحدات معالجة الرسوم، لأن ذلك كان يعني إجراء تعديلات كثيرة للغاية. فضلًا عن أنه ليس هناك ما يضمن نجاح كل الطرق؛ فواحدة من محاولات تشيكوفسكوي لم تسفر عن أي تحسن يُذكر في السرعة باستخدام وحدة المعالجة المركزية. يقول تشيكوفسكوي: "يمكنك أن تستثمر الكثير من الوقت، وقد لا تحصل على الكثير من العائد على استثمارك هذا".

لكن لا يكون الحال كذلك في أغلب الأحيان. يُضيف تشيكوفسكوي قائلًا إنه في مجال ديناميكا الموائع، كان الباحثون عادة ما يجدون تسارعًا "بمُعامل يتراوح من قيمتين أُسِّيَّتَين إلى قيمة أسية واحدة".

المعالجة السحابية

فيما يتعلق بالأجهزة نفسها، جميع الحواسيب تحتاج إلى وحدة معالجة مركزية، تلك التي تكون بمثابة مخ الحاسوب، ولكن ليست جميع تلك الأجهزة مزودة بوحدة مخصصة لمعالجة الرسوم. فبعضها يدمج معالجة الرسوم الخاصة بها مع وحدة المعالجة المركزية، أو اللوحة الأم، على الرغم من إمكانية إضافة وحدة معالجة رسوم منفصلة. ولإضافة العديد من وحدات معالجة الرسوم، قد يحتاج المستخدمون - على حد قول ليسكا - إلى لوحةٍ أمّ جديدة مزودة بفتحات إضافية، إلى جانب مصدر طاقة أقوى.

تتمثل إحدى طرق تجريب المعالجة المتوازية، دون الاضطرار إلى شراء أجهزة جديدة، في استئجار سعة لوحدة معالجة الرسوم من مزود حوسبة سحابية، مثل خدمات أمازون ويب، على حد قول تيم لانافير، مدير هيكلة الحلول والهندسة في "نفيديا"، في أوروبا ومنطقة الشرق الأوسط وأفريقيا (انظر مثلًا هذه المفكرة الحاسوبية التي تستغل وحدات معالجة الرسوم في سحابة جوجل: go.nature.com/2ngfst8.)، لكن الحوسبة السحابية يمكن أن تكون باهظة التكلفة. يقول لانافير إنه إذا وجد الباحث أنه بحاجة إلى استخدام وحدة معالجة الرسوم باستمرار، "فمِن الأفضل أن يشتري وحدة المعالجة خاصته، بدلًا من استئجارها من أمازون".

يشير لانافير إلى تجريب المعالجة المتوازية باستخدام وحدة معالجة رسوم أرخص ثمنًا، مخصَّصة للاعبين في الأساس، ثم استخدام الكود البرمجي على شريحة أكثر احترافية. ويمكن أن تكلف أفضل وحدات معالجة الرسوم المخصصة للألعاب 1200 دولار أمريكي، في حين أن وحدات معالجة رسوم تيسلا من نفيديا، المصمَّمة خصيصًا للحوسبة عالية الأداء، أسعارها تُقدر ببضعة آلاف من الدولارات. ولا تدعم أجهزة حواسيب «أبل» رسميًّا وحدات معالجة الرسوم الحالية من نفيديا؛ ولكنها تدعم فقط وحدات معالجة الرسوم من شركة «إيه إم دي».

وعلى الرغم من نمو حوسبة وحدات معالجة الرسوم، فإنّ تقدُّم هذه التقنية في المجالات العلمية المختلفة يفتقر إلى الاتساق. فوفقًا لما يقوله لانفير، وصل هذا التقدم إلى مرحلة النضج في الديناميكا الجزيئية، وانطلق في مجال تعلُّم الآلة، لأن الخوارزمية التي تنفذها شبكة عصبية "يمكن وصفها بأنها تحل مجموعة كبيرة من المعادلات"، وهو ما يناسب المعالجة المتوازية. ويضيف لانفير قائلًا: "عندما ينطوي الأمر على الكثير من الأمور، تكون وحدة معالجة الرسوم خيارًا جيدًا في المعتاد. وأعني بالكثير من الأمور الكثير من المعادلات، والكثير من البيانات، والكثير من الذرات الموجودة في الجزيئات". وقد استُخدمت هذه التقنية أيضًا في تفسير البيانات الزلزالية، لأن وحدات معالجة الرسوم يمكنها نمذجة ملايين الأجزاء من الأرض على نحو مستقل؛ لمعرفة كيفية تفاعل تلك الأجزاء مع الأجزاء المجاورة لها.

ولكن من الناحية العملية، يمكن أن يكون تسخير تلك القدرة الهائلة أمرًا صعبًا. وفقًا لتقديرات شنايدر، فإنه في مجال الفيزياء الفلكية، يتراجع واحد من كل 20 زميلاً تبنَّوا وحدات معالجة الرسوم، بسبب الجهد الذي تتطلبه إعادة صياغة الكود.

يوضح جيرمان هذا الشعور بقوله: "هناك المزيد والمزيد من الناس يدركون هذه الإمكانية"، ويستدرك قائلًا: "أعتقد أنه لا يزال هناك عدد من المختبرات يتوجس خيفة من هذه التقنية بدرجة ما، لِمَا عُرِف عنها من صعوبة برمجتها". ■

جيفري إم. بيركل محرر التكنولوجيا في دورية *Nature*.

مهن علمية

إعلام كيف يمكن للعلماء الترويج لأنفسهم ولأعمالهم من خلال اللقاءات الإعلامية **ص. 61**

أحداث نيتشر لمتابعة أهم الفاعليات العلمية، والندوات، والمؤتمرات، والورش: **nature.com/natureevents**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **nature.com/naturecareers**



JANNES DE VILLIERS

يعتقد شيفان باروسنات - من جامعة ويتواترسراند في جوهانسبرج بجنوب أفريقيا - أن المقابلات الإعلامية يمكن أن تعزز من فرص الحصول على وظيفة.

الإعلام

ابتسِمْ للكاميرا

استغِل المقابلات الإعلامية في الترويج لأبحاثك، وتحسين ملفك الشخصي، وإظهار مهاراتك الإعلامية.

أمبر دانس

يرن الهاتف في مكتب تشوي تيك ليم بجامعة سنغافورة الوطنية، فيردّ بحماس يتخلله بعض التوجّس. على الجانب الآخَر من الخط تحدثه مراسلة صحفية، متحمسة إلى سماع تفاصيل آخِر أبحاث هذا العالِم المتخصص في هندسة الطب الحيوي، لكنْ هل ستتمكن من وصف عمله بدقة؟ هل ستذكر معاونيه، لِمَا حققوه معًا من إنجازات؟ يَعرِف ليم - بحُكْم خبرته - أن المقال الأخير، أو النشرة التي ستصدر من هذا الحديث لن تخرج - على الأرجح - بالشكل الذي يتوقعه، لكنْ طالما أن النقاط الرئيسة مِن عمل ليم تتم تغطيتها بالشكل الصحيح؛ فسيكون سعيدًا. ويشير قائلًا: "هم يصنعون لي معروفًا بالدعاية لأبحاثي".

كما يَعتبِر ليم - وهو القائم بأعمال مدير المعهد الطبي الحيوي لبحوث وتكنولوجيا الصحة العالمية في جامعته - أن الرد على تلك المكالمات مسؤولية عليه، إذ يتيح ذلك الفرصة لإعلام دافعي الضرائب بالأبحاث المموَّلة من القطاع العام. وبالنظر إلى كون المناخ الحالي مُعادِيًا للعِلْم، مع إنكار بعض السياسيين للتغير المناخي، وتجنُّب بعض الآباء اللقاحات التي قد تنقذ حياة أبنائهم، يُعَد هذا الأمر تحديدًا عالي الأهمية، كما يقول ديفيد شوكمان، وهو محرر علمي لدى شبكة «بي بي سي نيوز» BBC News في لندن، مضيفًا "نحن في عصر أصبحت فيه الحقيقة عملة نادرة، حيث يلزم إرساء الحقائق، وجعلها أساس الرأي السياسي العام. والعِلْم يلعب دورًا حيويًّا في ذلك، كما أعتقد أن الآلية الرئيسة لتحقيق ذلك تتمثل في أن يشرح العلماء تلك الحقائق لجمهور أوسع". ◄

والتحضير للمقابلات أمر بالغ الأهمية، فلإيصال رسالتك بشكل فعّال، ستحتاج أولًا إلى تعريفها. ومن المهم أيضًا فهْم الوسيلة الإعلامية المستخدَمة، واحتياجات جمهورها، وإدراك أنك سوف تستسلم لسيطرة المراسل الصحفي، أو المُنتِج، على المُخرَج النهائي. ولهؤلاء الأشخاص الجدد في مسألة إجراء المقابلات، أو الظهور أمام الكاميرا، يمكن للدورات التدريبية - بالإضافة إلى الممارسات البسيطة - أن تجعل تجربتهم أسهل، بل وأكثر متعة.

كما قد يفيد إجراء المقابلات البرنامج البحثي أيضًا. فقد تتبَّع المكتب الإعلامي بكلية لندن الإمبراطورية - بصفة غير رسمية – النتائج المترتبة على تواصل علماء الجامعة مع وسائل الإعلام. وقد ذكر مَن أجريتْ معهم مقابلات حدوث زيادة في عدد مرّات الاستشهاد بأعمالهم البحثية، بالإضافة إلى أنهم تلقّوا اتصالات أكثر من أطراف راغبة في التعاون، ودعوات للتحدث في المؤتمرات، وذلك حسب قول لورا جالاغر، رئيسة قسم الأخبار والإعلام في كلية لندن الإمبراطورية. وقد يحاول المستثمرون في قطاع الصناعة، أو الجهات الخيرية المانحة، أو المتطوعون المتحمسون للمشاركة في التجارب الإكلينيكية التواصل مع العلماء الذين يتحدثون إلى وسائل الإعلام.

تدين دين فالك - وهي عالمة في الأنثروبولوجيا التطورية بجامعة ولاية فلوريدا في تالاهاسي - بالشكر لمراسل كان سببًا في تعاون مثمر معها. ففي عام 1994، تواصل معها مالكوم ريتر - وهو كاتب علمي لدى «أسوشييتد بريس» Associated Press - بشأن ورقة علمية ألّفها باحثون في النمسا، وتدور حول التصوير الراديوي لأوتزي، رجل الجليد الذي وُجد مُحَنَّطًا في جبال الألب النمساوية الإيطالية (D. zur Nedden *et al*. *Radiology* **193**, 269–272; 1994). وقد أشادت فالك بالورقة، ثم نسيت الأمر.

وفيما بعد، قام ريتر بمراسلتها مرة أخرى، إذ رغب أحد مؤلفي الدراسة - وهو هورست سيدلر من جامعة فيينا - في التواصل مع فالك؛ من أجل دعوتها إلى هناك. وأدى ذلك إلى تعاون طويل الأمد؛ حيث اشترك الباحثون في كتابة الأوراق العلمية، وانضمت فالك إلى الفريق في بعثات ميدانية في إثيوبيا، كما عُيِّنت في منصب فخري بجامعة فيينا.

أما شيفان باروسنات - وهو طالب دراسات عليا في مجال علم الحيوان لدى جامعة ويتواترسراند في جوهانسبرج بجنوب أفريقيا - فيعتقد أن المقابلات الإعلامية تعزز من فرص حصوله على الوظائف، عن طريق الترويج لاسمه، وإنجازاته. وقد ساعده التحدث إلى وسائل الإعلام في أبحاثه أيضًا. فهو يدرس نوعًا من السحالي المهددة بالانقراض، يسمى «سانجيزر» (*Smaug giganteus*)، وقادت التغطية الإعلامية لعمله بعض المزارعين إلى التواصل معه بشأن هذا النوع من السحالي التي تعيش في مَزارعهم. وقد قاموا بدعوته لزيارتهم، وأخْذ عينات؛ لضَمِّها إلى قاعدة بيانات الحمض النووي خاصته.

ويتخيل باروسنات علماء المستقبل وهم يقرأون أو يسمعون عن أبحاثه، ويسعد بهذه الفكرة كثيرًا، حيث يتذكر الاستماع إلى الراديو من المقعد الخلفي لسيارة والديه عندما كان طفلًا. وعندما أُجريت مقابلة إذاعية مباشرة معه، يقول باروسنات: "كنت أتخيل نسخة مصغرة مِنِّي يستمع إلى المقابلة في مكان ما بمنزله، وقد يُثير هذا حماسه".

التحضير للمقابلة

قبل أي مقابلة، يقوم باروسنات وغيره من العلماء الخبراء في التحدث عبر وسائل الإعلام بالتحضير لها، حيث يطّلِعون على موضوع المقال أو البرنامج المُعَد، ويلخِّصون ما يريدون قوله في نقطتين، أو ثلاث نقاط أساسية. تقول سابرينا ستيروالت، وهي عالمة في مجال الفيزياء الفلكية لدى وكالة ناسا، ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا: "عندما يسألك المُحاوِر سؤالًا، فكر سريعًا في قائمتك، ومر على النقاط التي كتبتها بذهنك؛ لمعرفة ما إذا كان أيٌّ منها يصلح للإجابة، أم لا. وبهذه الطريقة يقل احتمال خروجك عن الموضوع". وبإمكان العلماء تحضير تشبيهات وأمثلة، لاستخدامها بدلًا من المصطلحات العلمية المعقدة. ومن المفيد أيضًا استيعاب مفاهيم إعلامية أساسية، كمصطلح "ليس للنشر" مثلًا (انظر: مصطلحات أساسية «ما يحتاج أن يعرفه المحاوَرون»).

ومن جانبها، تقول سنام مصطفى - وهي عالمة في مجال علم الأدوية الجزيئية بجامعة أديليد في أستراليا - إن المراسلين قد لا يرسلون أسئلتهم قبل المقابلة، لكنْ يمكنهم عادة تقديم فكرة عامة عن الموضوع، أو زاوية تناوله. وإنْ لم يقوموا بذلك، فاعلم أن هناك شيئًا مريبًا في الأمر.

وعلى سبيل المثال.. خضعت سنام لتدريب إعلامي، كجزء من مشاركتها في برنامج «سوبر ستارز أوف ستيم» – Superstars of STEM أو «نجوم مجالات ستيم» - الذي يُروج للنساء في العلوم والتكنولوجيا في أستراليا. وقبل يوم المرأة العالمي في الثامن من مارس من العام الجاري، تَواصَل برنامج تلفزيوني مثير للجدل مع المسؤول الإعلامي للبرنامج، بحثًا عن أشخاص لدعوتهم للمقابلة، وقد أكّد منتجو البرنامج أنهم يعدُّون لقصة إخبارية "إيجابية"، لكن عندما أصرّ المسؤول الإعلامي على الحصول على مزيد من التفاصيل؛ رفضوا الإفصاح عن أي شيء، وألغوا الدعوة.

وبفرض أن الباحث مستعد أن يثق في المحاوِر، فما المتوقَّع إذًا؟ عادة ما يطرح المراسلون العلميون النوع نفسه من الأسئلة. كانت مؤسسة «سينس أباوت ساينس» الأمريكية Sense About Science USA - غير الهادفة إلى الربح - قد أجرت استطلاع رأي شمل 218 صحفيًّا علميًّا في عام 2015، ووضعت قائمة بالأسئلة المتكررة، ومنها الآتي: "كيف تم تصوُّر الدراسة، أو بناء هيكلها؟"، و"كيف تم التوصّل إلى الاستنتاجات؟"، و"ماذا تعني تلك النتائج في سياق هذا المجال العلمي؟"، و"ما هي الأشياء التي لا تزال مجهولة؟".

وتضيف ناتالي هودجسون، وهي مديرة إعلامية لدى صندوق «وِيلْكَم تراست» Welcome Trust – وهي جمعية خيرية للبحوث الطبية الحيوية في لندن - سؤالًا أساسيًّا آخر يجب أخذه في الاعتبار: "ما هو العنوان الإخباري الذي لا تريد أن تراه؟". وتقول إن التفكير في مشاعر الفزع التي قد يثيرها ذلك العنوان يساعد العلماء في التركيز على إعطاء تفسيرات واضحة، وتذكُّر طرح أي محاذير تخص بحثهم.

وتفضِّل تارا شيرز - وهي عالمة في فيزياء الجُسيمات بجامعة ليفربول في المملكة المتحدة - أن تقضي 20 أو 30 دقيقة قبل المقابلة في كتابة ما تخطِّط لقوله حول عملها في مختبر «سيرن» CERN - المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات، الواقع بالقرب من جنيف في سويسرا.

مصطلحات أساسية

ما يحتاج أن يعرفه المحاوَرون

هذه بعض المصطلحات والمبادئ المهمة التي يجب تذكُّرها في المقابلات مع الصحفيين.

- **مُصرّح بالنشر (on the record):** أي شيء تقوله لمراسل صحفي، مِن المفترض أن يكون مُصرّح بنشره، ويمكن نَسْبه إليك.
- **ليس للنشر (off the record):** لا شيء من هذا الحوار يمكن نشره. ويجب على الصحفي الموافقة على هذه الشروط قبل بدء المناقشة. ومع ذلك.. ينصح بعض الإعلاميين المهنيين بتوخي الحذر، حيث الأسلم افتراض أن كل ما يقال قابل للنشر، والتحدث وفقًا لذلك.
- **مُصرّح بالنشر دون ذكر المصدر (on background):** يتطلب هذا الأمر أيضًا اتفاقًا بين المراسل والمصدر. وقد يعني أن المعلومة يمكن نشرها، لكنْ لا يمكن نسبها إليك، أو يمكن الإشارة إليك بوصف غير محدد، "باحث حكومي" مثلًا.
- **تحت الحظر (embargo):** إذا كان البحث سيُنشر في دورية علمية، سوف تُعتبر تلك النتائج محظورة، أي ممنوعة بشكل مؤقت من النشر في أي وسيلة إعلامية أخرى. ولا ينشر المراسلون أخبار الدراسة قبل تاريخ محدد من قبل الدورية. وفي المقابل، يحصلون على امتياز إمكانية الاطلاع عليها مسبقًا. ولا بأس من التحدث إلى الصحفيين قبل تاريخ رفع الحظر، لكن لا يضر أبدًا أن تذكِّرهم بأنها تحت الحظر.

كما تُعَد النتائج التي تُقدَّم في اجتماعات علمية كبيرة هدفًا أيضًا للانتقاد في التغطيات الإعلامية. ويكون المراسلون عادة على دراية بأن البيانات المُعلن عنها مبدئية، أو لم تخضع بعد لمراجعة الأقران. وتختلف الدوريات في القيود التي تفرضها على العلماء الذين يعرضون نتائجهم في المؤتمرات. وعلى سبيل المثال.. تقول دورية «ساينس» *Science*، ودورية «جورنال أوف ذا أميريكان ميديكال أسوسييشن» *Journal of the American Medical Association* إن العلماء يمكنهم التحدث إلى الصحفيين، لكن ينبغي أن يكون الحوار قاصرًا على ما تم عرضه من نتائج.

أما بخصوص التحدث إلى المراسلين عن النتائج غير المعروضة قبل النشر بفترة، أو حتى قبل تقديمها للدورية، فمرة أخرى تختلف السياسات المفروضة. وعندما تكون مترددًا، شاوِرْ المسؤولين الإعلاميين في مؤسستك، أو الدورية؛ لتوجيهك. **إيه. دي.**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



تلقت سنام مصطفى - من جامعة أديليد في أستراليا - تدريبًا إعلاميًّا؛ للتحضير للمقابلات.

في حالتها، تدور الأبحاث المتعلقة بالمادة المضادة حول فهم طبيعة الكون، لكنها تدرك أن ذلك قد يكون شيئًا مبهمًا بالنسبة إلى شخص يطَّلع سريعًا على الأخبار، بينما يقلّه القطار من مكان إلى آخر.

ولربط المادة المضادة بحياتنا اليومية، تلجأ شيرز عادة إلى ما تسميه "خُطّتيها الذهبيتين البديلتين". تتمثل واحدة منهما في الإشارة إلى أن ماسحات PET الطبية – وهو اختصار لاسمها «التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني» - تعمل فقط بفضل المادة المضادة، حيث يصدر الكاشف الإشعاعي النسخة المضادة من الإلكترون، ويؤدي تصادمه المدمر بإلكترون عادي إلى توليد الإشارة التي يقرأها الماسح.

وتحب شيرز أيضًا أن تذكر أن الموز يُصْدِر مادة مضادة، لأن تلك الفاكهة تحتوي على نظير البوتاسيوم المشع، ثم تضيف بسرعة قائلة إنّ "الأمر غير ضار".

أما ليم، فيحرص على إعداد مصادر قد تساعد المراسل في تغطيته. وقد تتضمن عرضًا حيًّا، وشرائح عرض تظهر بعض العينات، أو النماذج الأولية، وصور تحتوي معلومات ذات حقوق تأليف ونشر محفوظة، بالإضافة إلى أسماء علماء آخرين يمكنهم التعليق على عمله بشكل موضوعي.

مسألة ثقة

ومع ذلك.. لن يمنح التحضير الباحثين سُلْطة التحكم في النسخة النهائية من المقابلة. وبإمكان العلماء طلب رؤية النسخة النهائية، قبل أن تُذاع، أو تُرسل للنشر، لكن الإجابة غالبًا ستكون بالرفض. وحسب استطلاع الرأي، الذي أجرته مؤسسة «سينس أباوت ساينس»، يقوم بعض المراسلين أحيانًا بإرسال الجزء ذي الصلة من المقال، أو اقتباسات عن أقوال العالِم، لكنّ أغلب الصحفيين العلميين لا يرسلون أبدًا المقال الكامل إلى الشخص الذي أُجريت معه المقابلة ليراجعه.

ما السبب في ذلك؟ هناك عدة أسباب، أحدها عمليّ، حيث إن الصحفيين عادة ما يُطلب منهم تسليم أعمالهم خلال وقت ضيق، إذ يضعون اللمسات الأخيرة على المقالات قبل نشرها مباشرة. ولا يوجد وقت كاف لاقتفاء أثر كل العلماء مرة أخرى.

ويتعلق سبب آخر بالجانب الأخلاقي. يقول بروس موهون، وهو صحفي علمي تلفزيوني في فانكوفر بكندا: "إن أحد المبادئ الصحفية الأساسية أن الأشخاص المتضمَّنين في الموضوع لا يملكون السُّلْطة التحريرية على المنتَج النهائي". وأغلب الصحفيين السياسيين لا يُطْلِعون رئيس الدولة أو رئيس الوزراء على المنتَج النهائي قبل نشره أبدًا، وينطبق الأمر بالمثل على الصحفيين العلميين.

وعادةً، يعود المراسلون إلى الأشخاص الذين أُجريت معهم المقابلات؛ لاستيضاح نقطة معينة، أو لمراجعة إحدى الحقائق المذكورة، لكن الأخطاء يمكن أن تتسلل - وستتسلل - إلى المنتج النهائي. يقول ريتر إن الصحفيين يرغبون عادةً في تصحيح أي أخطاء متعلقة بالحقائق الواردة. ويقول: "أعتقد أننا أيضًا نُلقي نظرة جادة على العمل، ليس فقط في حال كان الخطأ متعلقًا بالحقائق، بل حتى إذا أعطينا انطباعًا خاطئًا عن شيء ما".

إنّ إجراء تغييرات أخرى على الأعمال المنشورة هو أمر يقل احتمال حدوثه. تقول فاليري جيميسون، المدير الإبداعي لمعرض «نيو ساينتست لايف» New Scientist Live بالمملكة المتحدة: "سيكون المراسلون أقل تعاطفًا معك، إذا أردت فقط أن تغيّر الاقتباس المأخوذ عنك، أو إذا تغاضى المراسل عن بعض التفاصيل". وقد يهمل الكُتّاب والمنتجون بعض المعلومات التي يعتقد العلماء أنها مهمة.

وعلى سبيل المثال.. ذات مرة قضى باروسنات أربعة أيام في أرض الميدان مع عضو من برنامج «50/50»، وهو برنامج تلفزيوني متعلق بالبيئة، ويُعرض منذ فترة طويلة في جنوب أفريقيا. وبين اصطياد سحالي «سانجيرز»، والتحدث عن كيفية تأثير الناس على السحالي، كان باروسنات حريصًا على ذكر مصادر تمويله، والمتعاونين معه.

وتلك الأسماء لم تَرِد في الفيلم الوثائقي. وكان أحد مشرفي باروسنات غاضبًا من الأمر، إذ اعتقد أنه لم يهتم بذكر التمويل الجامعي الذي تلقّاه. وأشار باروسنات قائلًا: "لا أملك السُّلطة على ما إذا كان ذلك سيُذكَر، أم لا. في الغالب، لم يكن الأمر ذا صلة بالقصة من وجهة نظر منتجيها".

وتوضح جيميسون أن القوائم الطويلة من المتعاونين أو مصادر التمويل، أو المسميات الوظيفية التفصيلية، هي ببساطة غير ممتعة للقراء، أو المشاهدين. وبالنظر إلى أن الصحفي يكون محدودًا ببضع مئات من الكلمات، أو ببضع دقائق فقط، يشارك من خلالها النقاط الرئيسة في الدراسة، فربما لا تكون لديه مساحة لعرض تلك التفاصيل.

ولدى ليم استراتيجية لمشاركة معاونيه في الظهور، إذ يدعوهم لحضور المقابلات. وليم مهندس في الأصل، لكن إذا كانت لأبحاثه آثار مترتبة لها جانب طبي، عندئذ سيطلب من أحد الأطباء المشاركة بالإجابة على الأسئلة التي لا يستطيع هو الإجابة عنها.

وفي بعض الأحيان، قد يتفاجأ العلماء بعدم ظهورهم في المقال، أو البرنامج النهائي على الإطلاق. يقول ريتر إن ذلك لا يعني أن المقابلة كانت بلا جدوى. ويضيف: "حتى وإنْ لم يتم اقتباس أقوال العالِم في قصة صحفية معينة، فإنّ أي شيء يخبروننا به يساعدنا على تشكيل القصة".

وإذا كان كل ذلك يبدو مخيفًا بالنسبة لك، فهناك طرق تمكِّنك من أن تصبح أفضل في إجراء المقابلات. ويمكن للمسؤولين الإعلاميين إجراء مقابلات زائفة؛ لمساعدة الباحثين على الإحماء للمقابلة الأساسية. كما تقول شيرز إن الدورات التدريبية يمكن أيضًا أن تساعد العلماء على اكتساب الثقة. فقد حضرت ورشة تدريبية، كانت مدتها يومًا واحدًا، نُظمت من قبل الجمعية الملكية في لندن للتدريب على التحدث أمام الكاميرا. تتذكر شيرز - التي كانت قد خاضت ثلاث مقابلات تدريبية، ثم شاهدتها بمشاركة الطلاب الآخرين - ذلك اليوم، وتقول: "كان اليوم الأشد إرهاقًا لي في حياتي كلها"، لكنها تعلمت الكثير، بما في ذلك ميلها إلى تجنب النظر إلى الكاميرا عندما يُطلب منها ذلك، وهو الخطأ الذي أصبحت تتلافاه منذ ذلك الحين.

وإذا كانت المقابلة ستُبث من خلال الإذاعة المسموعة، أو على التلفاز، فإن ذلك بالتأكيد سيضيف مزيدًا من التعقيد للأمر، رغم أن المبادئ الأساسية في التحضير تكون مماثلة لتلك المستخدَمة في المقالات المكتوبة. ومن المهم تحديدًا بالنسبة إلى المبتدئين أن يتدربوا على ما يرغبون في قوله، إذا كان البرنامج سوف يُبث على الهواء مباشرة، حيث تكون لديهم فرصة واحدة فقط لتوصيل القصة بالشكل الصحيح.

في المقابلات الإذاعية، قد يحتاج الباحث إلى الذهاب إلى الاستوديو، أو ربما يتمكن المنتج من تسجيل الحوار مع العالِم تليفونيًّا، إذا توفر خط أرضي عالي الجودة. أما بالنسبة إلى التلفاز، يكون على الباحثين التفكير في طرق لتوضيح ما يفعلونه للكاميرا. فمثلًا، إذا كانت هناك معادلة رياضية محورية في البحث، يصبح بإمكان المنتِج تصوير الباحث وهو يكتبها على سبورة بيضاء، كما يقترح موهون.

أما سنام، فقد تعلّمت ألا تقلق كما كانت تفعل من قبل. وتقول: "أعتقد أحيانًا أننا قد نكون النقاد الأسوأ لأنفسنا". وقد تذكرت أول مقابلة إذاعية أُجريت معها، عندما ظنت أن أداءها كان سيئًا، لكنها حين استمعت إلى البرنامج فيما بعد، وجدَتْه جيدًا. وتقول: "في كل مرة تُجرى معك مقابلة، يتحسن أداؤك". ■

آمبر دانس

صحفية تعمل بشكل حر من لوس أنجيليس بكاليفورنيا.

ذكريات السماء كرزية اللون

هدية للذكرى

ويندي نيكل

أتذكرُ طفولة لم توجد من قبل، وفطائر تفاح ساخنة تبرد على مقاعد الحديقة، وأصابع أقدام صغيرة تغوص في الرمال البيضاء الحارقة، ومعارك بكُرَات الثلج تترك قشورًا رقيقة من الثلج الهش على ياقة معطفي.

شبكة من الوصلات العصبية تُشكِّل عمرًا لم يكن، وأشياء لم تحدث، وأماكن لا وجود لها.

نتهامس بشأن تلك الذكريات أحيانًا، مارينا وأنا؛ فهي طراز X3 الآخر الوحيد المتبقي لدى الشركة.. الموظف الآخر الوحيد المتبقي كأصل من الأصول من تلك المرحلة القصيرة للتقدم البيوتكنولوجي، قبل أن يبدأ المصممون في التفكير مجددًا في كُلفة برمجتنا بمثل هذا التعقيد المفتعل.

"لقد تكلفت البرمجة عشرة آلاف دولار لكل ذاكرة"، قالتها مارينا وهي مستغرقة في التفكير، بينما تدير ملعقتها حول الزبادي الذي تتناوله؛ زبادي بنكهة الفراولة كالمعتاد. تشتريه مارينا بالجالون، وتحضره إلى العمل في سلطانيات أنيقة صغيرة طراز «تابر وير» Tupperware، تكدِّسها إلى جانب عبوات الطعام المكعبة البيضاء التي يستهلكها بقيتنا بلا مبالاة. لطالما ساورتني الشكوك بأن لهذا الأمر علاقة بطفولتها، ولكنني لا أسأل.. ليس أمام الآخرين؛ فلا داعي لجذب المزيد من الانتباه إلى الأحداث الماضية المختلَقة التي يرونها عيوبًا وأمارات على أننا ننتمي إلى زمن بائد.

تساءلت مارينا: "إذا كان بإمكانك شراء شيء إضافي، ماذا كنتِ ستختارين؟"

"لا أعرف"، قلتُها وأنا أسوِّي عبوة طعامي الفارغة، بينما أبقيتُ صوتي خفيضًا، ورأسي إلى أسفل.. "يجب أن نعود إلى العمل".

"كنت سأشتري حفل عيد ميلاد"، قالتها مارينا وهي تحدق في ملعقتها.. "حفل فيه عائلة؛ أمر، وأب، وأخوة، وأخوات".

"لن يكونوا حقيقيين". مارينا وأنا أقرب ما يمكن إلى أن نكون أختين؛ فكل منا عضو في الدفعة الجينية نفسها.. مُنتَج من الأحواض نفسها، وكل منا مصمّمة لإتقان المهام الكئيبة المُضجِرة المتعلقة بعمليات تبويب وحفظ ملفات ومستندات الشركة.

هزّت مارينا كتفيها، ولعقت الملعقة، قائلة: "على الأقل سيكون لديَّ مَن أتذكره".

في ذاكرتي المفضلة، أجلس على أرجوحة في الشرفة الأمامية؛ ساقاي منثنيتان تحتي، وأضع كتابًا على حجري، وأرمق غروب الشمس المخضب باللون الأحمر الكرزي فوق حقل فسيح تتناثر فيه طواحين الهواء في كل مكان. نسمة رقيقة تداعب وجهي، فأغلق عيناي؛ وأتنسم هواء التربة الخصبة.

تقول مارينا إنني أحب الهدوء لهذا السبب، والحياة في المدينة تثير أعصابي لهذا السبب أيضًا. إنه خلل.. هكذا سيُطلِقون عليه في الشركة، إذا عرفوا به، خلل يفسر سبب عملي بجد؛ لكي

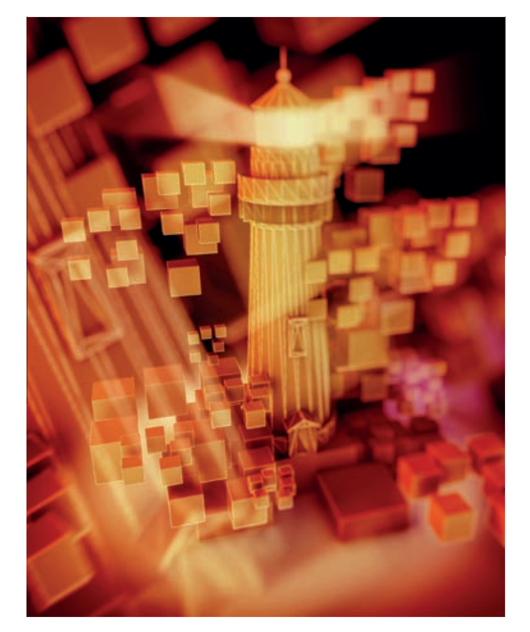


ILLUSTRATION BY JACEY

لا ينتابني الذعر عندما ينادي رئيس العمل رقمي؛ لاستدعائي إلى مكتبه.

لم أدخل مكتبه قط.

إنها حجرة صغيرة ذات إضاءة مُصْفَرّة تُصدِر أزيزًا، وثمة مجموعة من ثلاث صور مؤطرة، موجودة فوق مكتب كبير (قياسًا إلى مساحة الحجرة)، وتُظْهِر إحدى الصور الثلاث مشهدًا مألوفًا للغاية. لا يسعني إلا أن أحدق، وبالكاد أستطيع فهْم كلماته:

"يجري الآن إخراجك من الخدمة".

"إخراجي من الخدمة؟" أحدق.. ليس فيه، ولكنْ في المنارة التي تظهر في الصورة الفوتوغرافية.. المنحدر الصخري، والأمواج. أكاد أشعر بملمس الرمال على أصابع قدماي، وبمذاق الملح على شفتاي.

يواصل حديثه قائلًا: "سوف نجلب طرز X14 جديدة. عندما تسجلين خروجك اليوم في موعد الانصراف، سنزيل شريحتك، وستكونين حرة في البحث عن عمل آخر؛ ولن تكوني مسؤولة من الشركة بعد الآن".

لن أكون مسؤولة من الشركة، بما يعني أنهم لن يمدوني بطعام، أو مأوى، أو ملابس بعد الآن. خارج الخدمة، ما يعني الإعلان بأنني قد تجاوزني الزمن.

"أيّ أسئلة؟"

"نعم".. أشير إلى الصورة: "أين التُقِطَت هذه الصورة؟"

قبل أن أسجل خروجي، إيذانًا بانتهاء يوم العمل، دَسَسْتُ ملاحظة إلى مارينا.. آمِلةً أن تهون عليها خبر إخراجها من الخدمة: إنها حقيقية. لقد رأيتها. الأماكن التي نتذكرها من طفولتنا موجودة.

أشتري تذكرة حافلة لا أستطيع تحمُّل ثمنها؛ لأذهب إلى ولاية لم تطأها قدماي من قبل، وأتمنى أن يكون مَن بَرْمَج تلك المنارة في عقلي قد استوحاها من خبراته الخاصة، وأن يكون البيت الريفي على مقربة.

قدماي تغوصان في الرمال البيضاء الحارقة، وألعق شفتاي المتشققتين بسبب الملح.

أحد بائعي الهوت دوج يعيرني قلمه، فأنقش رسمًا في حجم المنديل، لكنّ لا أحد من متسكِّعي الشواطئ يمكنه التعرُّف على الحقل المليء بطواحين الهواء، ولا أحد يعرف عن وظائف تصلح لطرز X3 التي تم تسريحها من الخدمة.

الرمل يصبح خشنًا. كتفاي تحترقان. والشمس تغوص عميقًا صوب الأفق، والشكوك تتسلل إلى صدري مع برودة الطقس.

ما كان يجب عليَّ أن أغادر المدينة. وما كان يجب أن أفترض أن استناد ذكرى واحدة إلى حقيقة يعني أن كل الذكريات يتحتم أن تكون حقيقية، لكنّ ذلك لا يمنعني من مواصلة السؤال لمرتين.. أربع مرات.. عشر مرات، وكذلك لا يكفكف دموعي المنهمرة عندما يقول أحدهم أخيرًا: "أعرف أين يوجد هذا المكان".

وقفتُ عند عتبة الباب، وأنا أعتصر يداي بقوة. أشعر أنني غير متأكدة من حقيقة ما آمله. ورغم ذلك.. يحدوني الرجاء على غير رجاء، وإذ تجيبني امرأة ترتدي بذلة الشغل، وتضع وشاحًا أحمر، وتبدو مرتبكة تمامًا مثلما أشعر.

سألتها: "هل تعيشين هنا؟ أعني.. هل تعيشين هنا منذ زمن طويل؟"

"نشأتُ هنا. أنت طراز X3؟"

"نعم".

"لقد عملتُ على طرازك يومًا ما".

"في تعديلات الذاكرة؟"

رَفَعَتْ حاجبًا علاه المشيب، وسألَتْ: "كيف عرفت؟"

أريد أن أسأل عن أرجوحة الشرفة، وعن الكتاب، وعن غروب الشمس نفسه.. أشياء مهمة للغاية، كانت تبثها في طيّات عملها، تاركةً قطعة من نفسها بداخلي.

أريد أن أسأل: كيف انتهى بها الأمر إلى هنا؟.. وهل عندما تم إيقاف تعديلات الذاكرة أصبحت شيئًا بائدًا هي الأخرى؟ هل لم تعد مسؤولة من الشركة؟

أريد أن أسأل عمّا إذا كانت تحتاج إلى تبويب، أو حفظ أي شيء. أريد أن أسأل عن التراب العالق على ركبتيها. أريد أن أسأل عن العراك بكُرَات الثلج، وعن فطيرة التفاح، وما إذا كانت ضوضاء المدينة تثير أعصابها أيضًا، أم لا، وما إذا كان هذا هو سبب عودتها إلى هذا المكان الهادئ ذي النسيم العليل، الذي تفوح منه رائحة التربة الخصبة.

أَخَذَتْ زمام المبادرة، ودَفَعَت الباب الشبكي الخارجي، قائلة: "لمِ لا ترافقينني لنحتسي بعض الشاي في الشرفة؟ يبدو أن لدينا أشياء مشتركة".

تَبِعْتُها بخطوات يحدوها الأمل، بينما يضيء غروبُ الشمس الكرزي السماءَ.■

ويندي نيكل كاتبة استبصار تخيُّلي، حاصلة على درجة علمية في التعليم الابتدائي. لَدَى ويندي شغف بالرحلات التي تجوب الطرق، ولديها كذلك عادة مريعة، تتمثل في نسيانها أين تركَتْ كوب الشاي الخاص بها. ولمزيد من المعلومات.. قم بزيارة الموقع التالي: wendynikel.com.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

استثمار البحث في الصناعة



www.kacst.edu.sa